

2016

Optimaliseren proces van voegconstructies bij betonnen kunstwerken



Hoofdverslag: Optimaliseren proces van
voegconstructies bij betonnen kunstwerken

Versie: 1.0

Status: Definitief

Datum: 24-05-2016

Opdracht: Optimaliseren proces van voegconstructies bij betonnen kunstwerken

Auteurs: Florian Hermans
Studentnummer: 510805

Steven Willemsen
Studentnummer: 508225

Opleidingsinstituut: Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Ruiterberglaan 26
6826 CC Arnhem
+31 (0)26 365 81 81

Opleiding: Civiele Techniek
Afstudeerrichting: Constructie
Afstudeerperiode: 01-02-2016 t/m 24-05-2016

Schoolbegeleiders: Kees van der Zijden
Dickjan Schaap

I. Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerverslag over het proces voor de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies. Dit verslag is geschreven door Florian Hermans en Steven Willemsen en opgesteld voor de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, opleiding civiele techniek, afstudeerrichting constructie. Gedurende de opleiding is ervaring opgedaan door het volgen van werk- en hoorcolleges, projectwerk waarbij verschillende bouwprojecten zijn uitgewerkt en is werkervaring opgedaan via de stages. Al deze activiteiten resulteren in een breed competentieprofiel waarbij een beter beeld is verkregen van de bouwwereld. In de laatste periode van de opleiding tonen wij aan dat wij met de opgedane ervaring gedurende de studie de laatste 30 studiepunten voor het afronden van de opleiding verdienen.

In de afstudeerperiode zijn wij vanuit de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen ondersteund door onze schoolbegeleiders Kees van der Zijden en Dickjan Schaap. Wij willen Kees van der Zijden bedanken voor het begeleiden van het proces tijdens de bouwvergaderingen en het controleren van onze stukken. Ook willen wij Dickjan Schaap bedanken voor het meedenken gedurende het afstudeeronderzoek en het beschikbaar stellen van onderzoeksresultaten over het onderwerp uit het verleden.

Voor het afstudeeronderzoek willen wij de onderstaande bedrijven bedanken:

BAM	Nebest
Boskalis	NTP Groep/Orbis Engineering
BouwQ (Technische Inspectie Service)	Ooms Civiel/Unihorn B.V.
Brabotech Aannemingsbedrijf B.V.	Provincie Gelderland
Edilon Sedra Contracting	Rijkswaterstaat
GAIM	Schagen Infra B.V.
Gemeente Arnhem	SECO (Luxemburg)
Gemeente Nijmegen	Smits Neuchâtel Infrastructuur
Heijmans Span- en Verplaatsingstechnieken	Van Hattum & Blankevoort
Henk Schilt Ingenieursbureau	Volker InfraDesign
KWS InfraLinq	Wagemaker B.V.
Maurer Söhne Groep	Witteveen + Bos

Gedurende het onderzoek hebben bovenstaande bedrijven coöperatief meegewerkt aan ons onderzoek. Zij vormen de basis voor de resultaten van dit onderzoek doordat zij mee hebben gewerkt aan het afnemen van interviews, invullen van de enquête en het valideren van de onderzoeksresultaten. Het afnemen van de interviews gebeurde daarnaast onder prettige omstandigheden waardoor wij de kennis over de problematiek binnen het vakgebied hebben kunnen vergroten.

In het bijzonder willen wij Barry Doorn van Volker InfraDesign bedanken. Hij heeft ons op het juiste spoor gezet voor ons onderzoek en heeft daarnaast ons gedurende het onderzoek regelmatig van inhoudelijk advies voorzien.

Het verslag is bedoeld voor iedereen die geïnteresseerd is naar het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Gedurende het onderzoek worden beheersmaatregelen opgesteld voor de terugkomende problemen die het proces nadelig beïnvloeden. De resultaten van dit onderzoek moeten een optimale uitwerking hebben op het proces waardoor dit gedurende de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies in de toekomst optimaal wordt beheerst.

Florian Hermans en Steven Willemsen
Mei 2016

II. Samenvatting

Het functioneren van een brugconstructie of viaduct is mede afhankelijk van het opleveren van een goede voegconstructie. Doordat de voegovergangen slechts een klein onderdeel van het kunstwerk vormen, wordt tijdens de verschillende projectfasen onvoldoende aandacht aan de engineering van de voegovergangen besteed. Hierdoor ontstaan faalkosten aan het voegproduct op de korte en lange termijn. Het ontbreken van de integraliteit in deze projectfasen wordt als een groot probleem ervaren door de betrokken partijen.

In dit afstudeerverslag staat het proces voor de ontwikkeling tot de instandhouding van voegconstructies centraal. In dit proces moeten belanghebbenden samenwerken om tot een kwalitatief goed eindproduct te komen. Door te onderzoeken waar mogelijk optimalisaties kunnen worden toegepast in het proces worden de faalkosten tijdens dit proces te verkleind. Dit onderzoek gaat in op de volgende hoofdvraag:

Met welke organisatorische oplossingen kan het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van eenvoudige voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten worden beheerst zodat deze oplossingen een optimale uitwerking hebben voor zowel het project als de betrokken partijen?

Dit onderzoek zal ondersteund worden met een literatuurstudie naar de Eurocode en de werking van de vier meest gangbare voegconcepten in Nederland, namelijk:

Voegloze constructies	Renovatiemodel met stalen randprofiel
Bitumineuze voegovergangen	Nieuwbouwmodel met stalen randprofiel

Op deze manier bereidt het onderzoeksteam zich voldoende voor om interviews af te nemen met de partijen in dit proces die meewerken aan het onderzoek. Voor de inventarisatie van de problemen die optreden gedurende het proces is gekozen om deze partijen te interviewen, omdat zij veel raakvlak hebben met dit vakgebied. Tijdens deze interviews worden de problemen die kunnen optreden gedurende het proces voor ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies geïnventariseerd. Van al deze problemen worden de belangrijkste problemen die het proces daadwerkelijk beïnvloeden gefilterd en beheersmaatregelen opgesteld. De beheersmaatregelen voor de optredende problemen worden opgesteld voor zowel het algemene proces als de vier meest gangbare voegconcepten.

Uit onderzoek is gebleken dat veel problemen zijn ervaren vanuit de verschillende belanghebbende partijen. Een veel terugkomend probleem is dat men onvoldoende integraal samenwerkt. Men onderschat vaak de raakvlakken met de andere belanghebbende partijen. Hierdoor schuift men vaak te laat aan in het proces indien veranderingen in het ontwerp of uitvoering optreden of ontbreekt de terugkoppeling naar de andere belanghebbenden. Het gevolg is dat de opdrachtnemer niet oplevert wat oorspronkelijk bedoeld is. Hierdoor kunnen faalkosten op korte en lange termijn ontstaan. Om dit probleem te beheersen moeten in een vroegtijdig stadium van het proces duidelijke afspraken worden gemaakt tussen de belanghebbende partijen.

Naast dit probleem beïnvloeden nog veel andere problemen het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Voor de algemene- en specifieke problemen van de vier meest gangbare voegconcepten in Nederland zijn beheersmaatregelen opgesteld. Het opstellen van deze beheersmaatregelen moet een optimale uitwerking hebben op het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies zodat in de toekomst minder faalkosten worden gemaakt. De gemaakte verslaglegging, analyses en de gekozen oplossingen zijn teruggekoppeld met de onderzochte partijen en hun feedback is meegenomen in het beantwoorden van de hoofdvraag waardoor deze is beantwoord.

III. Summary

The performance of a bridge construction or an overpass is partly dependent on the delivery of a good joint construction. Because of the fact that the joint transitions just are a little part of the engineering structure there is insufficient attention for the engineering of the joint transitions during the different stages of the project. This leads to costs of failure in the short and long term. Because of a lack of integration, it will be a big problem by the parties involved.

In this process a lot of parties need to be cooperate in order to achieve a high quality end product. Research of possible optimizations in the process will be try to decrease the failure costs during this process. This research focuses on the following main question:

What kind of organizational solutions can be helpful to control the process for development, implementation and management of single joint constructions in case of concrete bridges and overpasses in order to achieve an optimum performance for both the project and the parties involved?

This research will be supported by a literature study of the “Eurocode” and the operation of the four most common joint concepts in the Netherlands, namely:

Burried joints	Nosing joints (renovation model)
Flexible joints	Nosing joints (new model)

In this way the research team is well prepared for conducting interviews with the parties cooperating in the investigation process. For the identification of the problems occurring during the research is chosen for interviewing the different selected parties because of the fact that they have got much interface with this field. During these interviews the problems that might occur concerning the process of development, the implementation and management of joint structures are inventoried. The most important of all existing problems which affect the actual process will be filtered. Moreover, management measures will be drawn up. These management measures for occurring problems are drafted for both the overall process and the four most common joint concepts. In this way the problems during the process of development, implementation and management of joint structures should be solved.

Research has shown that the various parties experience many difficulties. A frequently recurring problem is that there is insufficient integrated cooperation. People often underestimate the interfaces with other interested parties. As a result other interested parties are involved only at a late stage of process or there is a lack of feedback to the other parties in case of change in design or implementation. The consequence of this problems is that the contractor does not deliver what was originally intended. This leads to costs of failure in the short and long term. To be able to manage this problem clear agreements at an early stage of process have to be made.

In addition to this problem many other problems affecting the process for development, construction and management of joint structures. For the general and specific problems of the four most common joint concepts in the Netherlands management measures were established. The establishment of these management measures should have an optimal effect on the process of development, implementation and management of joint structures in order to make less costs of failure in the future. The reporting, analysis and the selected solutions are fed back to the respondent parties. Their opinions and feedback is taken into account in answering the main question.

Inhoudsopgave

I.	Voorwoord	II
II.	Samenvatting	III
III.	Summary	IV
1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding	2
1.2	Doelstelling	2
1.3	Leeswijzer	4
2	Onderzoekopzet	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Beschrijving afstudeeronderzoek	5
2.3	Doelstelling en onderzoeksvragen	8
3	Literatuurstudies	9
3.1	Fase 1 literatuurstudie: informatie verzamelen onderwerp	9
3.2	Fase 2a literatuurstudie: studie Eurocode	9
3.3	Fase 2b literatuurstudie: onderzoeken verschillende voegconcepten	10
4	Interviews	12
4.1	Correspondentie bedrijven	12
4.2	Opzet interviewvragen	13
4.3	Uitwerking interviews	14
5	Deelvragen	15
5.1	Brainstormsessie	15
5.2	Raakvlakkenanalyse	16
5.3	Problemen die kunnen ontstaan in het proces	19
5.4	Beoordeling problemen met gevolgen	20
5.4.1	Inleiding enquête	20
5.4.2	Opbouw enquête	20
5.4.3	Aanschrijven bedrijven	22
5.4.4	Resultaten enquête	22
5.5	Beheersmaatregelen	25
6	Advies	27
7	Conclusie	33
7.1	Subconclusie	33
7.2	Hoofdconclusie	35
7.3	Aanbeveling	35
8	Reflectie	36
8.1	Leermomenten	36
8.2	Urenverantwoording	37
9	Nabeschuiving	38
Bijlagen		39
Literatuurlijst		40

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voegovergangen vormen de verbinding tussen wegen, bruggen en viaducten. Ze dienen de verkeersbelasting te dragen, bewegingen van bruggen op te nemen, de omgeving van het kunstwerk te beschermen tegen gevolgschade van lekkage en minimale geluidshinder te veroorzaken (Rijkswaterstaat, sd). Hoofdaannemers beschouwen voegovergangen vaak als een onderschat aspect doordat deze voegovergangen in de eindfase van een bouwproject worden ingebouwd. In de verschillende projectfasen wordt onvoldoende aandacht aan de engineering van dit onderdeel van het kunstwerk besteed. Belanghebbenden beheersen de raakvlakken in het proces niet en hierdoor ontstaan op korte of lange termijn faalkosten aan de voegovergang doordat het voegproduct niet opgeleverd is zoals tijdens het ontwerp is vastgesteld. Uit de stage-ervaring bij het bouwproject SAAone (verbreding van de rijkswegen over het traject Schiphol - Amsterdam - Almere) bleek dat gedurende de uitvoering van de voegconstructies een aantal problemen optraden. Dit kwam doordat verschillende raakvlakken niet beheerst werden.

Voegovergangen verdienen meer aandacht in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Om deze reden heeft Rijkswaterstaat Platform Voegovergangen en Opleggingen (PVO) in het leven geroepen. Het PVO levert een grote bijdrage om de kwaliteit van voegconstructies te verbeteren. Onlangs heeft PVO de *Rijkswaterstaat Technische Documenten (RTD)* opgesteld zodat projectrealisaties deze richtlijnen kunnen volgen. Bij het opstellen van de RTD-reeks hebben aannemers en specialisten hun kennis over het onderwerp gedeeld om zo tot een beter eindproduct te komen. In deze RTD-reeks staan de richtlijnen en (geluids-)eisen voor het aanbrengen van voegovergangen beschreven. Daarnaast is een keuzematrix opgenomen zodat een juiste keuze gemaakt kan worden voor een voegprofiel.

In eerste instantie wilde het onderzoeksteam onderzoeken hoe een optimalisatie bereikt kan worden bij het verkleinen van de faalkosten gedurende de uitvoering, refererend aan het ontwerp van bestaande en nieuwe betonnen bruggen en viaducten. Dit leek een interessant onderzoek, omdat dit een actueel probleem is bij de uitvoering van voegconstructies in bruggen en viaducten. Door de uitgevoerde literatuurstudie werd echter duidelijk dat het onderzoek reeds was onderzocht. Via stage contacten is contact gelegd met Barry Doorn, specialist op het gebied van voegovergangen. In een oriënterend gesprek lichtte hij toe dat gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies regelmatig problemen optreden tussen de belanghebbende partijen. Via Barry Doorn is ook input verkregen welke partijen betrokken zijn bij het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. In afbeelding 1.2.1 zijn deze belanghebbende partijen weergegeven. Het onderzoeken van bovenstaand proces sprak het onderzoeksteam erg aan doordat hierdoor een waardevolle bijdrage kan worden geleverd voor de partijen die veel raakvlak hebben met voegovergangen. Om deze reden is gekozen het onderzoek uit te werken.

1.2 Doelstelling

Met het onderzoek wordt antwoord te geven op de volgende hoofdvraag:

Met welke organisatorische oplossingen kan het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van eenvoudige voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten worden beheerst zodat deze oplossingen een optimale uitwerking hebben voor zowel het project als de betrokken partijen?

Door onderzoek te doen naar de problemen die ontstaan gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies probeert het onderzoeksteam de kennis binnen dit vakgebied te vergroten en onder de aandacht te brengen van de belanghebbenden. Tijdens de opleiding is weinig kennis overgedragen over voegconstructies, een onderdeel dat bij falen grote gevolgen kan hebben voor weggebruikers en het kunstwerk. De wegen zullen dan tijdelijk moeten worden afgesloten voor verkeer om herstelwerkzaamheden uit te voeren. Door het uitvoeren van literatuurstudies naar de meest gangbare voegovergangen in Nederland (inventarisatie *Referentiedocument Rijkswaterstaat* (Rijkswaterstaat, 2004)) wil men de kennis vergroten over voegconstructies. Het onderzoek is uitgevoerd naar onderstaande voegconcepten:

- Voegloze constructies bij integraalviaducten
- Bitumineuze voegovergangen
- Renovatiemodel van voegovergangen met een stalen randprofiel
- Nieuwbouwmodel van voegovergangen met een stalen randprofiel

In **BIJLAGE B - Literatuurstudies** zijn deze voegconcepten uitgebreid beschreven.

Uit de eerste doelstelling vloeit de tweede doelstelling. Tijdens het onderzoek wordt getracht om meer inzicht te krijgen wat de rol is van verschillende belanghebbende partijen binnen het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Voor het onderzoek is uitgegaan van de in afbeelding 1.2.1 belanghebbende partijen.



Afbeelding 1.2.1: belanghebbende partijen, bron: eigen werk

Deze doelstelling moet worden bereikt door interviews af te nemen met belanghebbenden binnen de in afbeelding 1.2.1 genoemde partijen. Deze belanghebbenden zijn verkregen van Barry Doorn en uitgebreid met de betrokken partijen beheer & onderhoud inkoop. Deze twee disciplines hebben ook een belangrijk aandeel in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Door het afnemen van interviews met de betrokken partijen wordt geïnventariseerd welke problemen in het bovenstaande proces ontstaan. Voor de problemen die het proces voor de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies daadwerkelijk beïnvloeden wordt een adviesrapport met beheersmaatregelen opgesteld.

Met de resultaten van dit onderzoek wordt een bijdrage geleverd voor de hele keten bij de ontwikkeling, realisatie en het beheer van voegconstructies waardoor de faalkosten tot een minimum kunnen worden beperkt.

1.3 Leeswijzer

Het hoofdverslag is de leidraad van het afstudeeronderzoek. Eerst is een Plan van Aanpak opgesteld waarin het afstudeeronderzoek is beschreven en afgebakend. Daarna zijn literatuurstudies naar de in hoofdstuk 1.2 genoemde voegconcepten uitgevoerd om meer grip op het onderwerp te krijgen. Nadat de literatuurstudies zijn afgerond, zijn interviews afgelegd met verschillende bedrijven om informatie te verzamelen over de problemen die ontstaan in het proces. Voor het beantwoorden van de deelvragen is de informatie uit de interviews geanalyseerd en een enquête opgesteld om de problemen te verifiëren en te kwalificeren door de geïnterviewde partijen. Aan de hand van deze gekwalificeerde problemen zijn beheersmaatregelen opgesteld. Het beantwoorden van de deelvragen vormt uiteindelijk het geheel voor het beantwoorden van de hoofdvraag. Tot slot zijn de leermomenten van dit onderzoek beschreven.

Het hoofdverslag is een samenvatting van het onderzoek. De bijlagen vormen de basis van dit verslag. Hierdoor zal vaak worden verwezen naar de bijlagen, die zijn opgenomen in de bijlagenlijst.

In tabel 1.3.1 is de globale taakverdeling weergegeven van beide studenten. Voor de toelichting van deze activiteiten wordt verwezen naar hoofdstuk twee.

Taakverdeling	Florian	Steven
Literatuurstudie voegloze constructies	x	
Literatuurstudie bitumineuze voegovergangen		x
Literatuurstudie renovatiemodel met stalen randprofiel		x
Literatuurstudie nieuwbouwmodel met stalen randprofiel	x	
Interviews afnemen en uitwerken:		
• Opdrachtgever	x	
• Wegontwerp		x
• Ontwerp kunstwerk		x
• Ontwerp asfaltverharding		x
• Inkoop		x
• Projectrealisatie	x	
• Asfalteurspecialist		x
• Voegaannemer	x	
• Toetsende partij	x	
• Beheer & Onderhoud	x	x
Deelvraag 1	x	
Deelvraag 2	x	x
Enquête opgesteld en resultaten verwerkt		x
Gevolgen beoordeelde problemen beschreven	x	
Beheersmaatregelen opgesteld		x
Hoofdverslag opgesteld		x

Tabel 1.3.1: Taakverdeling afstudeeronderzoek Florian en Steven, bron: eigen werk

2 Onderzoeksopzet

2.1 Algemeen

De bijlagen vormen het geheel van het hoofdverslag. De volgorde van activiteiten corresponderen met de bijlagennummers. In het onderstaande overzicht zijn de bijlagen (A t/m F) weergegeven:

BIJLAGE A	Opstellen Plan van Aanpak
BIJLAGE B	Literatuurstudies
BIJLAGE C	Opzet interviews beschrijven en analyseren informatie verkregen uit de interviews
BIJLAGE D	Beantwoorden deelvragen
BIJLAGE E	Opstellen advies/beantwoorden hoofdvraag
BIJLAGE F	Procesmap (reflectie, leermomenten, urenstaten, correspondentie)

2.2 Beschrijving afstudeeronderzoek

Opstellen plan van aanpak

In het Plan van Aanpak (PvA) is de probleem- en doelstelling geformuleerd die gedurende het afstudeeronderzoek is ingevuld. Het Plan van Aanpak beschrijft in hoofdlijnen de opzet voor het onderzoek. Hierin zijn activiteiten (deelvragen, literatuurstudies en interviews) omschreven om antwoord te geven op de hoofdvraag van het onderzoek. Daarnaast is een risicoanalyse uitgevoerd voor het afstudeertraject om mogelijke problemen te monitoren en te beheersen. Tevens is invulling gegeven aan de competenties om deze zoveel mogelijk op niveau drie af te ronden tijdens het onderzoek. Voor deze competenties is een competentieprofiel opgesteld waarin voor elke student een taakverdeling is opgenomen. Het Plan van Aanpak is een dynamisch document dat gedurende het onderzoek bijgewerkt is door opgedane ervaring tijdens het onderzoek. Om te voorkomen dat het onderzoek te veel uitloopt is een planning opgesteld met daarin doorlooptijden voor de verschillende activiteiten. In **BIJLAGE A – Plan van Aanpak** is het Plan van Aanpak met onderliggende bijlagen opgenomen.

Literatuurstudies

De literatuurstudies zijn nodig om meer kennis te vergaren over het onderwerp. Tijdens de eerste fase van de literatuurstudie is informatie verzameld over wat allemaal bekend is over het onderwerp en de geformuleerde onderzoeksvraag. Al deze informatie is verzameld om aan te tonen dat al veel over dit onderzoek bekend is. Na het analyseren van deze informatie is geconcludeerd dat men nog weinig perspectief zag in een vervolgonderzoek over de eerste onderzoeksopzet. Voor de volledige toelichting wordt verwezen naar **BIJLAGE B.1 – Bewijsvoering eerste hoofdvraag**.

In de tweede fase van de literatuurstudie is onderzoek uitgevoerd naar de vier meest gangbare voegconcepten in Nederland. Het onderzoek is afgebakend tot deze vier voegconcepten zodat voorkomen wordt dat te veel voegconcepten tijdens het onderzoek worden geanalyseerd. Om deze reden zijn de meervoudige voegconcepten in dit onderzoek niet meegenomen. Tijdens deze studie is ook de Eurocode bestudeerd om kennis op te doen van de richtlijnen en eisen die zijn gesteld aan het ontwerp van voegovergangen.

In onderstaand schema wordt verwezen naar de desbetreffende literatuurstudies. **BIJLAGE B.3 – Opzet indeling literatuurstudies naar de 4 voegconcepten** betreft een indeling voor de aanpak van de literatuurstudies naar de vier gangbare voegconcepten in Nederland:

BIJLAGE B.1	Bewijsvoering reeds onderzocht onderwerp
BIJLAGE B.2	Studie Eurocode
BIJLAGE B.3	Indeling literatuurstudie naar de 4 concepten van voegconstructies
BIJLAGE B.4	Voegloze constructies bij integraalviaducten
BIJLAGE B.5	Bitumineuze voegovergangen
BIJLAGE B.6	Renovatiemodel van voegovergangen met een stalen randprofiel
BIJLAGE B.7	Nieuwbouwmodel van voegovergangen met een stalen randprofiel

In hoofdstuk drie ‘Literatuurstudies’ wordt een uitgebreide toelichting gegeven op deze literatuurstudies.

Opzet interviews beschrijven en analyseren van informatie verkregen uit de interviews

In **BIJLAGE C – Interviews** zijn alle interviews opgenomen die tijdens het onderzoek zijn afgenomen. Gekozen is om met verschillende bedrijven in gesprek te gaan om problemen tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies te inventariseren. Voor de opzet van de interviews is bewust gekozen om meerdere bedrijven binnen één belanghebbende partij (afbeelding 1.2.1) te ondervragen om op deze manier de verschillende opvattingen te analyseren. Tevens is onderscheid gemaakt in de vraagstelling naar de verschillende belanghebbende partijen. De vragenlijst voor de interviews is uitgebreid naarmate meer interviews zijn afgenomen. Hierdoor zijn nieuwe impulsen uit eerdere interviews verwerkt in de interviewvragen voor de betrokken partijen.

Van elk interview zijn notulen opgesteld. Daarnaast zijn van de interviews audio opnames gemaakt zodat in een later stadium deze opnames kunnen worden teruggeluisterd, indien bij het uitwerken van de notulen men niet meer weet wat besproken is. Dit kan nodig zijn wanneer beperkte aantekeningen zijn gemaakt vanwege het hoge spreektempo tijdens de interviews. De notulen worden daarnaast gevalideerd door de geïnterviewde personen. Doordat de notulen de basis vormen voor het beantwoorden van de deelvragen moet de informatie uit deze interviews betrouwbaar zijn. In hoofdstuk vier wordt de aanpak voor de interviews uitgebreid toegelicht.

Beantwoorden deelvragen

Het opstellen van de deelvragen is noodzakelijk om een goed advies met beheersmaatregelen te schrijven. In **BIJLAGE D - Deelvragen** zijn de volgende deelvragen opgenomen:

BIJLAGE D.1	Raakvlakkenanalyse proces
BIJLAGE D.2	Inventarisatie problemen proces van uit belanghebbende partijen
BIJLAGE D.3	Beoordeling problemen met beschrijving gevolgen
BIJLAGE D.4	Beheersmaatregelen opstellen voor problemen gedurende proces

De deelvragen vormen de basis voor het beantwoorden van de hoofdvraag. Door het organiseren van een brainstormsessie zijn onduidelijkheden tijdens het beantwoorden van de deelvragen voorkomen. Deze brainstormsessie is daarnaast gevalideerd door een expert en een uitgebreide toelichting is opgenomen in hoofdstuk 5.1.

Hedendaags worden vooral de geïntegreerde contractvormen (DBFM en D&C) bij (grote) bouwprojecten toegepast. Om deze reden is gekozen om het onderzoek te richten op deze contracten en niet in te gaan op de traditionele contractvormen (RAW).

Voor deelvraag één is onderzoek uitgevoerd naar het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Voor het opstellen van beheersmaatregelen is het van belang om inzicht te krijgen hoe het hele proces is ingericht en wat de raakvlakken zijn tussen de belanghebbende partijen. Zonder deze studie is het ingewikkeld om aan te geven welke belanghebbende partij verantwoordelijk is voor een activiteit binnen het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. In hoofdstuk 5.2 staat een uitgebreide toelichting van deelvraag één.

In deelvraag twee zijn alle problemen die het proces negatief kunnen beïnvloeden geïnventariseerd. Per belanghebbende partij zijn deze problemen in kaart gebracht. Voor de input van deze problemen is gebruik gemaakt van de uitwerking van de interviews. In de interviews zijn deze problemen aangekaart door de geïnterviewde partijen. In hoofdstuk 5.3 staat een uitgebreide toelichting van deelvraag twee.

Middels een enquête is deelvraag drie beantwoord. Door het opstellen van een enquête zijn de problemen uit deelvraag twee beoordeeld door de geïnterviewde bedrijven. Gekozen is om een enquête af te leggen, omdat projectrealisaties in het algemeen veel raakvlak hebben met voegovergangen en zij dus in staat zijn om problemen gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies te beoordelen. Door omvang van de problemen is gekozen om aan de hand van de gekwalificeerde problemen uit de enquête de meest erkende problemen te filteren en hiervan de gevolgen voor het proces te beschrijven. In hoofdstuk 5.4 wordt deelvraag drie uitgebreid toegelicht.

Tot slot zijn in deelvraag vier beheersmaatregelen opgesteld voor de meest voorkomende problemen gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Deze beheersmaatregelen zullen worden gevalideerd door een expert. Op deze manier is de expertise van een deskundige verwerkt in de conclusies van het onderzoek. In hoofdstuk 5.5 wordt aan deze deelvraag verder invulling gegeven.

Opstellen advies

Bedrijven beheersen het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies niet optimaal. Hierdoor ontstaan faalkosten die uiteraard liever niet gemaakt worden. Door het schrijven van een advies voor het optimaliseren van het algemene proces en het proces voor de vier gangbare voegconcepten, moeten de faalkosten bij de uitvoering van voegconstructies worden geminimaliseerd. In **BIJLAGE E – Advies** is dit advies met beheersmaatregelen opgenomen.

2.3 Doelstelling en onderzoeksvragen

Het afstudeeronderzoek kent een aantal doelstellingen. Deze doelen zijn gericht op de persoonlijke ontwikkeling en het opleveren van een kwalitatief goed eindproduct waar projectrealisaties voordeel uit kunnen halen:

Met de resultaten van dit onderzoek wordt getracht een bijdrage te leveren voor de hele keten bij de ontwikkeling, realisatie en het beheer van voegconstructies waardoor de faalkosten tot een minimum kunnen worden beperkt;

De kennis binnen het vakgebied van voegconstructies verbreden. Hierbij probeert men inzicht te krijgen wat de rol is van de belanghebbende partijen tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies.

Deze doelstellingen moeten worden behaald met het beantwoorden van de volgende hoofdvraag:

Met welke organisatorische oplossingen kan het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van enkelvoudige voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten worden beheerst zodat deze oplossingen een optimale uitwerking hebben voor zowel het project als de betrokken partijen?

Deze hoofdvraag is onderverdeeld in verschillende deelvragen. In afstemming met Barry Doorn zijn de volgende deelvragen opgesteld waarmee de hoofdvraag wordt beantwoord:

Deelvraag 1

Wat zijn de raakvlakken tussen de verschillende partijen die een aandeel hebben in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van een voegconstructie bij betonnen bruggen en viaducten?

Deelvraag 2

Wat zijn de problemen die kunnen optreden in het proces vanaf ontwerp tot instandhouding van een voegconstructie bij betonnen bruggen en viaducten waarbij de hele keten in dit proces wordt mee genomen?

Deelvraag 3

Welke problemen beïnvloeden daadwerkelijk de keten van dit proces in de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies en wat zijn hiervan de gevolgen?

Deelvraag 4

Welke beheersmaatregelen kunnen worden genomen om de grootste problemen binnen het proces voor de ontwikkeling, realisatie, en het beheer van voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten te beheersen?

Door deze deelvragen te beantwoorden, is het hele proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies duidelijk in kaart gebracht waarbij inzicht is verkregen in de verschillende projectfases en de raakvlakken tussen de belanghebbenden. Daarnaast zijn aan de hand van de geïnventariseerde en gekwalificeerde problemen de gevolgen beschreven. Aan de hand van deze gevolgen zijn beheersmaatregelen opgesteld zodat het proces optimaal kan worden beheerst.

3 Literatuurstudies

De literatuurstudie voor het onderzoek is op te splitsen in twee fases, namelijk:

- Eerste fase, informatie verzamelen over het onderwerp en de hoofdvraag die in eerste instantie was opgesteld;
- Tweede fase, informatie verzamelen over verschillende voegconcepten waarin de Eurocode is meegenomen.

3.1 Fase 1 literatuurstudie: informatie verzamelen onderwerp

Bij het opstellen van het Plan van Aanpak wilde het onderzoeksteam eerst de volgende hoofdvraag onderzoeken:

“Waardoor ontstaan de faalkosten bij de uitvoering van voegconstructies in betonnen brugconstructies en met welke oplossingen kunnen deze faalkosten worden verminderd?”

Aan de hand van deze hoofdvraag is informatie over het onderwerp verzameld over wat reeds bekend is. In de eerste periode van het afstudeeronderzoek is de conclusie getrokken dat het onderzoek reeds was onderzocht. Het onderzoeksteam zag om deze reden weinig uitdaging om zich verder te verdiepen in de materie van voegovergangen ten aanzien van de faalmechanismen. Omdat het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies geoptimaliseerd kan worden, is gekozen het onderzoek hierop te richten. In **BIJLAGE B.1 – Bewijsvoering eerste hoofdvraag** is deze literatuurstudie opgenomen.

3.2 Fase 2a literatuurstudie: studie Eurocode

Om meer kennis over het onderwerp op te doen is eerst de Eurocode bestudeerd waarin de richtlijnen en eisen voor voegconstructies zijn opgenomen. Dit is nodig om de literatuurstudie uit te voeren naar de verschillende voegconcepten.

Het ontwerp van voegovergangen dient te voldoen aan een aantal ontwerpeisen. Deze zijn opgenomen in de zogenaamde Rijkswaterstaat Technische Documenten (RTD-reeks). Dit zijn de onderliggende documenten van de richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken (ROK):

- Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken (versie 1.3)
 - RTD 1007-1: Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen (informatief document)
 - RTD 1007-2: Eisen voor Voegovergangen: Kader (norm)
 - RTD 1007-3: Geluideisen voor Voegovergangen: Kader (norm)
 - RTD 1007-4: Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies: handreiking

Bovengenoemde literatuurstudie is in **BIJLAGE B.2 – Studie Eurocode** opgenomen.

3.3 Fase 2b literatuurstudie: onderzoeken verschillende voegconcepten

Tijdens de tweede fase van de literatuurstudie zijn de meest gangbare voegconcepten in Nederland onderzocht. Onderstaand wordt een korte toelichting gegeven op de vier voegconcepten (bron: *Meerkeuzematrix voegovergangen* (Rijkswaterstaat, 2013)):

- **Voegloze constructies bij integraal viaducten**
Voegovergang die integraal onderdeel vormt van een wegconstructie en een integraal kunstwerk. Het kunstwerk (zonder opleggingen) en de weg werken dus mee bij het opnemen van de bewegingen en belastingen.
- **Bitumineuze voegconstructies**
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als de aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.
- **Renovatiemodel van voegconstructies met een stalen randprofiel**
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting. Het renovatiemodel wordt ingebouwd met lijmankers.
- **Nieuwbouwmodel van voegconstructies met een stalen randprofiel**
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting. Het nieuwbouwmodel wordt ingebouwd met lusverankering.

Deze hoofdconcepten zijn weer onder te verdelen in verschillende types en varianten. Echter is gekozen om ons onderzoek af te kaderen met deze vier hoofdconcepten zodat niet te veel voegconstructies tijdens het onderzoek worden beschouwd en tijdgebrek bij het afronden van het onderzoek ontstaat.

Het doel van deze literatuurstudie is een verdiepingsslag te maken in het vakgebied. Door het beschouwen van de vier voegconcepten is het onderzoeksteam beter voorbereid voor het afnemen van de interviews.

Voor het opstellen van de literatuurstudies naar de vier verschillende voegconcepten is steeds dezelfde aanpak gehanteerd. Deze aanpak staat in **BIJLAGE B.3 – Opzet indeling literatuurstudies naar 4 voegconcepten** beschreven. Per voegconcept zijn de volgende criteria onderzocht:

Kenmerken voegconstructie

Eerst is geanalyseerd wat de functie is van voegovergangen. Welke functies zijn er en welke eisen zijn hieraan gesteld? Deze analyse is uitgevoerd om te bestuderen waarvoor voegconstructies dienen. Daarnaast is gekeken naar welke typen voegovergangen kunnen worden toegepast in verschillende soorten bruggen en viaducten zodat een goed beeld ontstaat van de toepassingen van voegconstructies

Detallering ontwerp

De details van het ontwerp zijn belangrijk om te weten hoe de verschillende voegconstructie tot in detail zijn vormgegeven. Gedurende de interviews zijn bezwijkmechanismen van de verschillende voegconcepten toegelicht. Hiervoor is het belangrijk om te weten hoe deze voegconcepten zijn vormgegeven. Daarnaast is de levensduur van de voegconstructie belangrijk doordat men gebaat is bij een voegconstructie met een lange levensduur. Hierdoor is minimaal onderhoud nog aan de voegovergang en ondervindt het verkeer minimale hinder van eventuele verkeersmaatregelen.

Uitvoering

De uitvoering van de verschillende voegconcepten is in dit hoofdstuk nader bekeken. Door dit in fases (voorbereidend werk, aanbrengen voegconstructie, afwerking constructie) te beschouwen is tijdens het afnemen van interviews eenvoudig vastgesteld in welke fase van de uitvoering deze problemen ontstaan.

Problemen ontwerp en uitvoering

Door te inventariseren welke problemen (kunnen) ontstaan tijdens het ontwerp en de uitvoering, ontstaat een beter beeld van de problemen die kunnen optreden tijdens de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructie. Het inventariseren van deze problemen is opgedeeld in verschillende fases van het ontwerp, de uitvoering en indien van toepassing het beheer.

Bezwijkmechanismen

In dit hoofdstuk is gekeken naar de bezwijkmechanismen van de verschillende voegconcepten. Hier is onderzoek naar uitgevoerd zodat de bezwijkmechanismen van de verschillende voegconcepten duidelijk in beeld zijn gebracht. Ook de invloed van deze bezwijkmechanismen op het functioneren van de voegconstructie is opgenomen. De analyse van de bezwijkmechanismen van de verschillende voegconcepten is noodzakelijk, omdat uiteindelijk beheersmaatregelen moeten worden opgesteld om deze bezwijkmechanismen te verkleinen.

Beheer & onderhoud

Het onderhouden en inspecteren van voegovergangen is onderdeel van de instandhouding van voegconstructies om een lange levensduur te realiseren. In dit hoofdstuk is geanalyseerd welke activiteiten worden uitgevoerd voor het onderhoud en inspectie van voegconstructies. Deze studie is gedaan om deze activiteiten beter in beeld te krijgen.

4 Interviews

Naast de literatuurstudies die zijn uitgevoerd, is gekozen bedrijven te interviewen om te inventariseren welke problemen ontstaan in het proces gedurende de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. De informatie uit de interviews wordt uiteindelijk gebruikt om de hoofd- en deelvragen mee te beantwoorden.

4.1 Correspondentie bedrijven

Om de juiste mensen te spreken uit de verschillende belanghebbende partijen is gebruik gemaakt van de kenniskring van Barry Doorn, specialist voegovergangen. Naast zijn invulling is toenadering gezocht met verschillende bedrijven uit heel Nederland die betrokken zijn bij het proces van voegconstructies en hier veel kennis over hebben. Het onderzoeksteam heeft gedurende het opstellen van het Plan van Aanpak een taakverdeling gemaakt wie voor welke belanghebbende partij verantwoordelijk is. Deze taakverdeling is ook gehanteerd om de verschillende bedrijven te benaderen en is opgenomen in **BIJLAGE A.1 – Competentieprofiel**.

Voor de toenadering met bedrijven is gekozen om een e-mail op te stellen die naar meerdere bedrijven kan worden verstuurd. In **BIJLAGE C.1 – Correspondentie e-mail geïnterviewde deelnemers** is deze e-mail opgenomen. Gedurende de correspondentiefase met bedrijven is in sommige gevallen regelmatig (telefonisch) contact opgenomen met het bedrijf om de juiste personen binnen het bedrijf te spreken.

Daarnaast is het project SAAone bezocht om in de praktijk te ervaren hoe een voegconstructie wordt aangebracht. Deze ervaring draagt bij aan een beter beeld van voegconstructies en de uitvoering hiervan. Het verslag van dit projectbezoek is opgenomen in **BIJLAGE C.5 – Uitwerking projectbezoek SAAone**.

Conclusie

Het afnemen van de interviews was een lang proces doordat toenadering met de bedrijven is gezocht en deze door heel Nederland zijn bezocht. Ondanks dit lange proces waren de bedrijven bereid mee te werken aan het onderzoek en zijn de interviews onder prettige omstandigheden afgenomen. Doordat experts binnen heel Nederland zijn gesproken, is dit verslag representatief voor het proces van voegconstructies binnen heel Nederland.

Tijdens de interviews werd de noodzaak van het onderzoek onderstreept. Doordat de bedrijven co-operatief aan het onderzoek hebben meegewerkt is afgesproken om de onderzoeksresultaten met de geïnterviewde partijen te delen.

In **BIJLAGE C.2 – Correspondentielijst geïnterviewde deelnemers** is een overzicht weergegeven met de bedrijven die aan het onderzoek hebben meegewerkt. Daarnaast is vermeld welke contactpersoon(en) binnen het bedrijf zijn geïnterviewd en zijn opmerkingen voor het maken van afspraken weergegeven.

4.2 Opzet interviewvragen

Voor het onderzoek is het belangrijk om goede en volledige interviewvragen op te stellen zodat genoeg informatie wordt verzameld om het onderzoek verder uit te werken.

Aanpak interviewvragen

Doordat het afstudeeronderzoek gericht is op de problematiek tijdens het proces is nagedacht over de volgende vragen:

- Welke problemen ontstaan tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies en wat zijn hiervan de gevolgen?
- Hoe ziet het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies eruit?
- Wat is de invloed van de verschillende contractvormen (D&C en DB(F)M-contracten)?
- Wat zijn de raakvlakken tussen de verschillende belanghebbende partijen?
- Wat zijn belangrijke aandachtspunten tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies
- Hoe wordt omgegaan met de kwaliteitsbeheersing van opdrachtnemers?

Deze vragen zijn gesteld zodat het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies inzichtelijk in kaart wordt gebracht en de verkregen informatie uit de interviews geanalyseerd kan worden.

Naast de algemene vragen zijn ook per belanghebbende partij aanvullende vragen gesteld om aan de benodigde informatie te komen. Onderstaande belanghebbende partijen zijn voor het onderzoek geïnterviewd:

- Opdrachtgever
- Wegontwerp
- Ontwerp kunstwerk
- Ontwerp asfaltverharding
- Inkoop
- Projectrealisatie
- Specialist voegaannemer
- Asfalteerspecialist
- Toetsende partij
- Beheer & Onderhoud

Alle interviewvragen zijn vooraf naar de geïnterviewde deelnemers van het onderzoek verstuurd zodat zij zich konden voorbereiden op het interview. Voor de controle van de vragen is de expertise ingeroepen van Barry Doorn om te beoordelen of deze vragen wel afdoende zijn.

Aan de hand van de expertise van de geïnterviewde mensen is de vragenlijst uitgebreid voor het volgende interview. Daarnaast is bij het afnemen van de interviews gevraagd om verbeterpunten voor de vragen te formuleren zodat deze in volgende interviews gesteld kunnen worden. Bij het opstellen van de vragen is gekozen om eerst een korte voorstelronde te houden zodat beide partijen weten met wie zij aan tafel zitten en wat het doel van dit onderzoek is. Bewust is gekozen om meteen de problemen en integraliteit tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies aan te kaarten zodat hierover veel informatie wordt verzameld. Dit is gedaan omdat dit onderdeel het belangrijkste is van het interview. Het kan wellicht voorkomen dat een interview moet worden onderbroken. Door deze aanpak te hanteren is de meest relevante informatie in ieder geval gewaarborgd indien een interview onderbroken wordt.

Conclusie

Het opstellen van de interviewvragen is een zinvolle bijdrage geweest voor het onderzoek. Aan de hand van deze interviewvragen is veel informatie ingewonnen over de problemen die optreden bij de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies.

In de beginfase was het aftasten welke vragen gesteld moesten worden. Het eerste oriënterende interview werd met Rijkswaterstaat afgenomen. Gaandeweg de gesprekken verliep de communicatie steeds beter en is veel informatie ingewonnen over het onderwerp. Alle vragen zijn gesteld om inzichtelijk te krijgen waar problemen optreden in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies die zijn ervaren vanuit de belanghebbende partijen. Door te vragen welke belanghebbenden hierbij betrokken zijn, kunnen beheersmaatregelen worden opgesteld om de problemen te minimaliseren. Bij de interviews is geprobeerd onderscheid te maken in de vier verschillende voegconcepten. Dit was lastig doordat het proces van de vier verschillende voegconcepten veelal hetzelfde is. Bij het beantwoorden van de deelvragen is desalniettemin onderscheid gemaakt in de vier verschillende voegconcepten, al zijn veel van de problemen algemeen en niet voeg specifiek. In **BIJLAGE C.3 – Interviewvragen geïnterviewde deelnemers** is de vragenlijst voor de bedrijven opgenomen.

4.3 Uitwerking interviews

Van de afgenomen interviews zijn verslagen opgesteld. Dit is gedaan om de belangrijkste aspecten van het interview te noteren voor het onderzoek. Naast het opstellen van de notulen zijn ook audio-opnames gemaakt van het gesprek zodat het interview eventueel in een later stadium teruggeluis-terd kan worden. Hiervoor is gekozen zodat bij onduidelijkheden in de notulen deze audio-opnames teruggeluisterd kunnen worden zodat de notulen eventueel kunnen worden aangevuld. In verband met privacy van de meewerkende partijen zijn deze audio-opnames niet als bijlage opgenomen.

Elk interviewverslag heeft dezelfde opzet. Hiervoor is gekozen zodat alle notulen overzichtelijk zijn opgebouwd met de resultaten verkregen uit de interviews:

1. **Opening.** Hierin wordt een korte toelichting gegeven welke rol de geïnterviewde(n) binnen het bedrijf heeft/hebben.
2. **Voortgang.** Dit zijn de notulen die zijn opgeschreven gedurende het interview.
3. **Ondernomen acties.** Voor het overleg zijn eventueel acties uitgewerkt. Deze staan beschreven binnen dit punt.
4. **Nieuwe acties.** Uit de interviews zijn mogelijke nieuwe acties voortgekomen die ondernomen moeten worden voor de nieuwe interviews.
5. **Planning.** Nieuwe acties uitwerken. Tijdspad is vaak niet aangegeven doordat verslagen kort op elkaar volgen.

Met de resultaten van deze interviews worden de problemen in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies in kaart gebracht zodat beheersmaatregelen kunnen worden opgesteld om de belangrijkste problemen te beheersen.

Per belanghebbende partij is een aantal bedrijven gesproken voor het afstudeeronderzoek. Bewust is gekozen om binnen de belanghebbende partij "toetsende partij" meerdere bedrijven te spreken, omdat deze mensen een onafhankelijke visie op het onderwerp hebben. In **BIJLAGE C.4 – Uitwerking interviews geïnterviewde deelnemers** zijn de uitwerkingen van de interviews opgenomen.

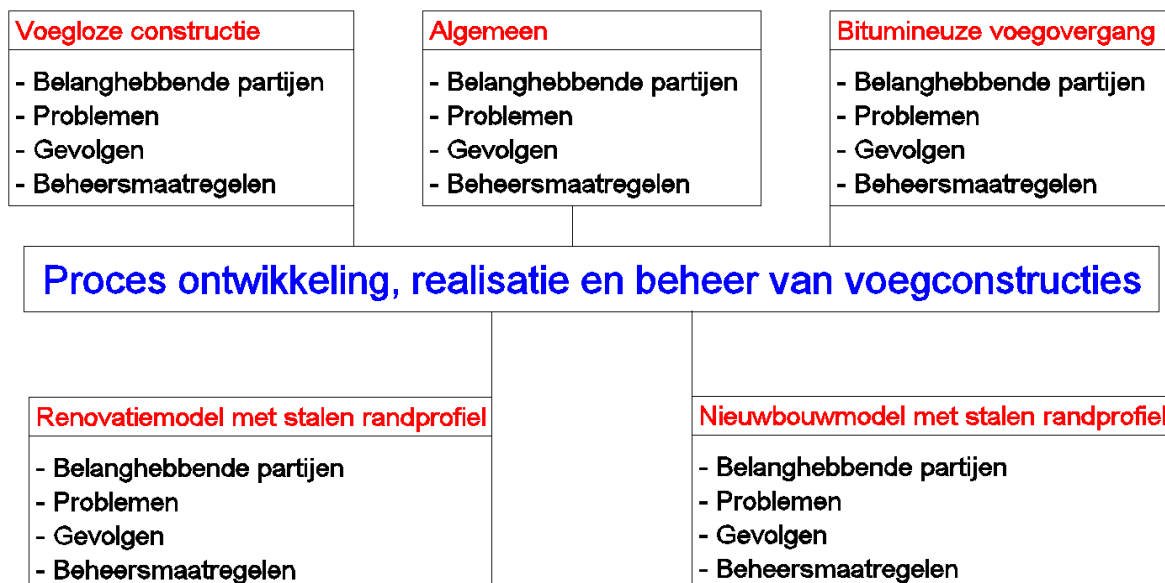
5 Deelvragen

5.1 Brainstormsessie

Voor het beantwoorden van de deelvragen is een brainstormsessie gehouden. Deze brainstormsessie is nodig om de helikopterview over het onderzoek te houden waarbij verschillende varianten tegen elkaar zijn afgewogen voor de indeling van de deelvragen. In het Plan van Aanpak zijn de activiteiten opgenomen waaraan invulling moet worden gegeven tijdens het onderzoek. Voor het beantwoorden van de hoofdvraag van het onderzoek is belangrijk om de volgende criteria mee te nemen:

- De vier verschillende voegconcepten moeten in het onderzoek terugkomen;
- De belanghebbende partijen in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies moeten worden meegenomen bij het beantwoorden van de deelvragen;
- Welke problemen worden ervaren vanuit de verschillende belanghebbenden voor het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies;
- Beoordelen welke problemen daadwerkelijk het proces beïnvloeden en van deze problemen de gevolgen voor het proces beschrijven;
- Welke beheersmaatregelen kunnen worden opgesteld voor de meest voorkomende problemen in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies zodat de faalkosten in het proces worden geminimaliseerd.

Aan de hand van deze punten zijn enkele varianten opgesteld voor het beantwoorden van de hoofdvraag. In afbeelding 5.1.1 is het schema met de opzet voor het beantwoorden van de hoofdvraag opgenomen. Voor de andere brainstormsessies zie **BIJLAGE F.3 – Brainstormsessies**.



Afbeelding 5.1.1: Opzet indeling beantwoorden deelvragen, bron: eigen werk

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag is gekozen om de opzet uit afbeelding 5.1.1 te hanteren. In deze opzet zijn alle deelvragen verwerkt en onderverdeeld in verschillende voegconcepten. Per voegconcept zijn de belanghebbende partijen, problemen die ervaren worden uit deze partijen, de gevolgen van de problemen en de beheersmaatregelen beschreven. Daarnaast is deze opzet gebruikt voor de problemen die het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies in het algemeen beïnvloeden. In de volgende paragrafen wordt aan de bovengenoemde deelactiviteiten verder invulling gegeven. Het bovenstaande schema is alleen van toepassing voor de geïntegreerde contractvormen (D&C- en DBFM-contracten). Hiervoor is gekozen zodat niet alle contract-

vormen gedurende het onderzoek worden behandeld. Gezien de tijd is dit niet reëel om een zorgvuldige studie hiernaar uit te voeren.

De informatie verkregen uit de interviews vormen de basis voor het beantwoorden van de deelvragen. Hiervoor is toestemming verkregen van de bedrijven waarmee de interviews zijn afgenomen.

5.2 Raakvlakkenanalyse

In dit deelonderzoek is de volgende deelvraag beantwoord:

Wat zijn de raakvlakken tussen de verschillende partijen die een aandeel hebben in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van een voegconstructie bij betonnen bruggen en viaducten?

Met deze deelvraag zijn de belanghebbende partijen die een aandeel hebben in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies in kaart gebracht.

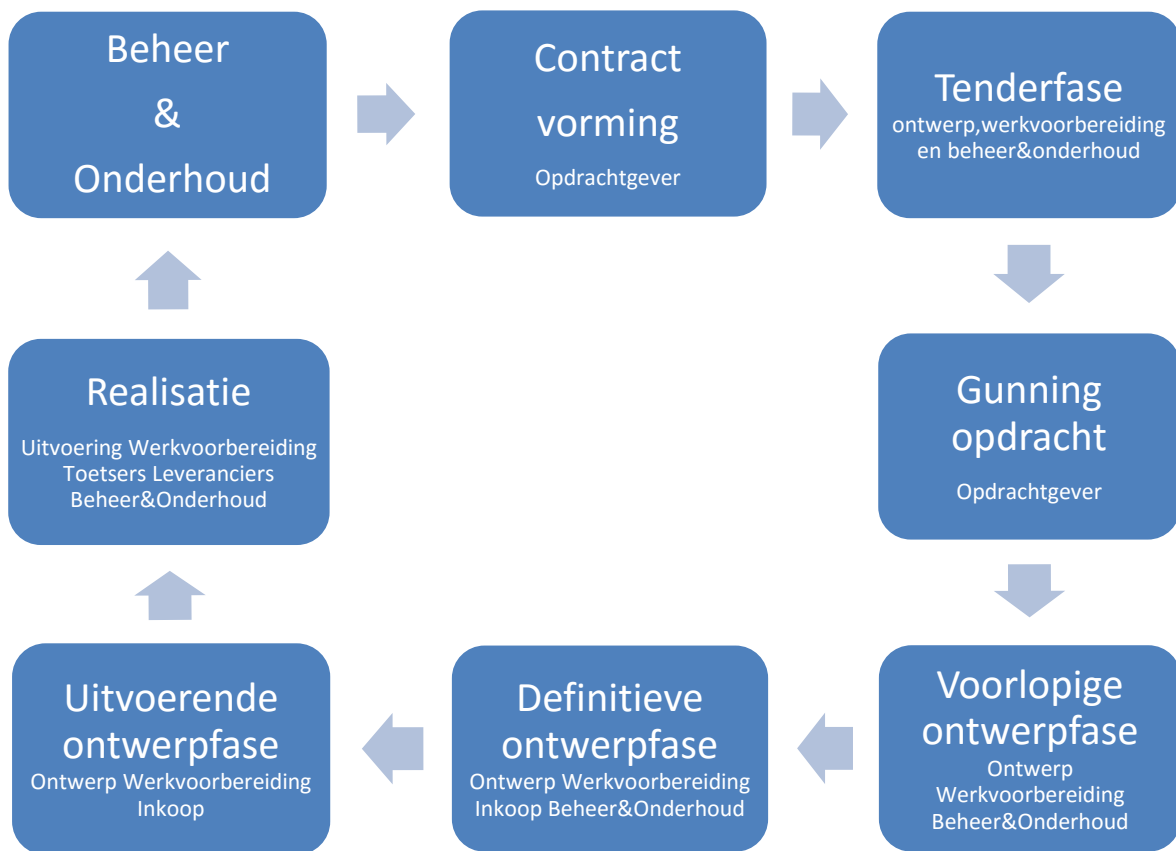
In afbeelding 5.2.1 is weergegeven welke partijen een aandeel vormen in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. In **BIJLAGE D.1 – Deelvraag 1: raakvlakkenanalyse proces** zijn deze belanghebbende partijen uitgebreid toegelicht evenals de raakvlakken tussen de belanghebbenden.



Afbeelding 5.2.1: Belanghebbende partijen in proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies, bron: eigen werk

Om het aandeel van deze belanghebbende partijen in het proces beter in kaart te brengen, is hiervoor een cyclusschema opgesteld wat in afbeelding 5.2.2 is weergegeven. In dit schema is niet expliciet het sloopwerk mee genomen voor het vervangen van de voegovergang, omdat dit in de realisatiefase wordt uitgevoerd bij het vervangen van de voegovergang. Het opstellen van het cyclusschema met hierin opgenomen de belanghebbende partijen geeft overzichtelijk weer welke partijen in welke fase zijn betrokken. Aan de hand van dit cyclusschema kan bij het beantwoorden van de andere

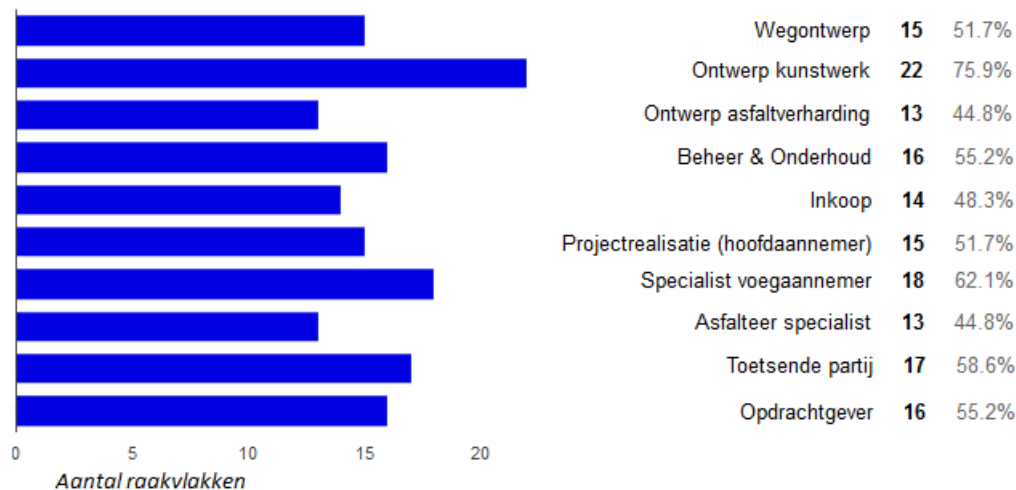
deelvragen, die gaan over de problemen, gevolgen en het opstellen van de beheersmaatregelen, worden verwezen naar de desbetreffende discipline.



Afbeelding 5.2.2: Cyclusschema gedurende het tijdspad vanaf de behoefte (samenstelling eisenpakket door OG) tot einde proces inclusief beheer & onderhoud, bron: eigen werk

De benoemde raakvlakken uit deelvraag een, die in **BIJLAGE D.1 – Deelvraag 1: raakvlakkenanalyse proces** zijn beschreven, zijn gefilterd uit de afgenomen interviews en bevestigd middels het houden van een enquête. Voor de toelichting van de enquête wordt verwezen naar hoofdstuk 5.4.1.

Gedurende de periode dat de interviews zijn afgenomen, is expliciet per interview naar de raakvlakken gevraagd van desbetreffende partij in het proces van de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies met andere partijen. Om deze raakvlakken te valideren en het onderzoek betrouwbaarder te maken, is een enquête opgesteld waarin de deelnemers gevraagd is om het raakvlak met de betrokken partijen te beschrijven. De resultaten kwamen zoals verwacht overeen met de analyse uit de interviews. Afbeelding 5.2.3 geeft de resultaten die gevalideerd zijn uit de enquête weer. Hierin zijn de raakvlakken die door de betrokken partijen worden ervaren weergegeven in percentages. Het raakvlak met het hoogste percentage (ontwerp kunstwerk) wordt door de deelnemers van de enquête als de partij met het meeste raakvlak binnen het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies beschouwd.



Afbeelding 5.2.3: Grafiek met raakvlakken van betrokken partijen bij voegconstructies, bron: eigen werk (enquête)

De raakvlakken zijn in afbeelding 5.2.4 eveneens in een percentage uitgedrukt waarbij een percentage van 100% overeen komt met 29 stemmen (het aantal deelnemers aan de enquête). Hoe hoger het percentage is dat in de tabel vermeld staat, des te meer personen hebben aangegeven raakvlak te hebben met deze betrokken partij. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de partijen die de enquête hebben ingevuld niet allemaal even groot zijn en hierdoor deze waarden in de praktijk kunnen afwijken van de onderstaande tabel.

	Opdracht- gever	Ontwerp Kunstwerk	Weg- ontwerp	Ontwerp- Asfaltver- harding	Project- realisatie	Beheer & Onder- houd	Inkoop	Specialist Voegaannemer	Asfalteer- specialist	Toetsende partijen
Opdrachtgever		10%	-	3%	3%	10%	7%	10%	-	7%
Ontwerp Kunstwerk	10%		10%	7%	7%	10%	3%	7%	3%	7%
Wegontwerp	3%	3%		3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Ontwerp asfalt- verharding	3%	7%	7%		7%	7%	-	7%	7%	3%
Project Realisatie (hoofdaannemer)	21%	24%	10%	7%		3%	21%	21%	14%	21%
Beheer & Onderhoud	-	7%	7%	7%	7%		7%	7%	3%	-
Inkoop	3%	3%	3%	-	-	3%		-	-	-
Specialist voeg- aannemer	10%	17%	14%	17%	21%	17%	7%		14%	17%
Asfalteerspecialist	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Toetsende partijen	3%	3%	-	-	3%	-	-	7%	-	
Totaal	55%	76%	52%	45%	52%	55%	48%	62%	45%	59%

Afbeelding 5.2.4: Benoemde raakvlakken onderling per betrokken partij, bron: eigen werk

Conclusie

De conclusie van deze analyse is dat alle partijen veel raakvlakken hebben met elkaar. De meeste raakvakken ontstaan doordat partijen onderling informatie dienen uit te wisselen over het ontwerp, de uitvoering en het beheer en onderhoud. De toelichting van de specifieke raakvlakken tussen de verschillende belanghebbenden is in **BIJLAGE D.1 – Deelvraag 1: raakvlakkenanalyse proces** opgenomen.

Door het in kaart brengen van de raakvlakken tussen de verschillende belanghebbenden in de verschillende projectfasen, kan bij het opstellen van de beheersmaatregelen worden verwezen naar de desbetreffende discipline. Hierdoor kan bij het beantwoorden van de hoofdvraag verwezen worden naar disciplines die actie moeten ondernemen om het probleem optimaal te beheersen. In hoofdstuk 7.2 wordt deze conclusie uitgebreid toegelicht.

5.3 Problemen die kunnen ontstaan in het proces

Tijdens dit deelonderzoek is de volgende deelvraag beantwoord:

Wat zijn de problemen die kunnen optreden in het proces vanaf ontwerp tot instandhouding van een voegconstructie bij betonnen bruggen en viaducten waarbij de hele keten in dit proces wordt mee genomen?

Tijdens de interviews is de nadruk gelegd om de problemen te inventariseren die kunnen optreden gedurende het proces van de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Het vermoeden dat zich veel problemen voordoen bij dit proces werd bevestigd door de vele problemen die werden opgesomd door de geïnterviewde deelnemers.

Voor alle problemen is per belanghebbende partij geïnventariseerd welke problemen per partij ervaren worden in het proces. Deze problemen zijn gefilterd uit de uitwerkingen van de interviews. In **BIJLAGE C.4 – Uitwerking interviews geïnterviewde deelnemers** is de uitwerking van de interviews opgenomen.

De problemen die zijn ervaren vanuit de verschillende belanghebbende partijen zijn opgedeeld per categorie:

- Algemene problemen/aandachtspunten
- Voegloze constructies
- Bitumineuze voegovergangen
- Renovatiemodel met stalen randprofiel
- Nieuwbouwmodel met stalen randprofiel

Deze splitsing is gemaakt om overzichtelijk in kaart te brengen welke problemen per categorie/voegconcept zijn ervaren. Per belanghebbende partij zijn de problemen uitgebreid toegelicht zodat de lezer een duidelijk beeld heeft van het probleem dat kan optreden gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Aan het eind van elke belanghebbende partij is een korte samenvatting van de problemen weergegeven die zijn ervaren vanuit deze partijen. Dit is gedaan zodat de lezer snel alle problemen kan teruglezen indien deze de problemen alleen globaal wilt doorlezen en niet geïnteresseerd is in de toelichting hierop.

Conclusie

Alle problemen verkregen uit interviews vormen de basis voor het indelen van de enquête om te beoordelen welke problemen het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies daadwerkelijk negatief beïnvloeden. In hoofdstuk 5.4.1 wordt deze enquête verder toegelicht. In hoofdstuk 7.2 wordt de bijdrage van deze deelvraag voor het beantwoorden van de hoofdvraag toegelicht.

In **BIJLAGE D.2 –Deelvraag 2: inventariseren problemen proces** wordt uitgebreid ingegaan op de problemen die kunnen optreden gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies.

5.4 Beoordeling problemen met gevolgen

Tijdens dit deelonderzoek is de volgende deelvraag beantwoord:

Welke problemen beïnvloeden daadwerkelijk de keten van dit proces in de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies en wat zijn hiervan de gevolgen?

Deze deelvraag is beantwoord middels het houden van een enquête. Daarnaast zijn de gevolgen beschreven van de problemen die het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies nadelig beïnvloeden.

5.4.1 Inleiding enquête

Voor het beoordelen van de meest voorkomende problemen gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies is een enquête gehouden onder de geïnterviewde partijen die meewerken aan het onderzoek. Deze keuze is gemaakt doordat zij in het dagelijks leven regelmatig raakvlak hebben met voegconstructies. Doordat deze partijen over de kennis op het gebied van voegovergangen beschikken, zijn zij in staat deskundig antwoord te geven op de enquêtevragen die zijn opgesteld door het onderzoeksteam.

In deelvraag twee zijn de problemen, die zijn ervaren vanuit de verschillende betrokken partijen opgesomd in de vorm van tabellen. Deze input vormt de basis voor het opstellen van de enquête. De problemen zijn geformuleerd tot stellingen waarin de geënquêteerde zich juist kan vinden of juist niet. In paragraaf 5.4.2 wordt de opbouw van de enquête toegelicht.

5.4.2 Opbouw enquête

Aan de hand van de geïnterviewde problemen van deelvraag twee is de vragenlijst voor de enquête opgebouwd. De opbouw van de enquête bestaat uit:

- Introductie betrokken partij/raakvlakken inventarisatie;
- Algemene problemen;
- Problemen per voegconcept.

Introductie bedrijf/raakvlakken inventarisatie

Het inventariseren van de raakvlakken tussen de verschillende belanghebbenden en welke informatie moet worden overgedragen tussen de belanghebbende partijen is belangrijk in het proces voor de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies. Doordat de raakvlakken en problemen tussen belanghebbende partijen moet worden beheerst, is het van belang dat de raakvlakken goed in kaart worden gebracht. Gedurende de interviews zijn wel de nodige raakvlakken met andere belanghebbenden geïnterviewd, maar voor het onderzoek is het van belang deze gegevens te valideren. Dit onderdeel van de enquête is een naslagwerk voor het beantwoorden van deelvraag één, de raakvlakkenanalyse tussen de belanghebbenden in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. De resultaten van dit onderdeel van de enquête zullen dan ook worden verwerkt in **BIJLAGE D.1 – Deelvraag 1: raakvlakkenanalyse proces**.

Algemene problemen

Vanuit de verschillende belanghebbende partijen zijn veel algemene problemen aangekaart die (kunnen) optreden gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Deze problemen zijn voor de enquête gescheiden van de problemen die kunnen optreden gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van de verschillende voegconcepten. In **BIJLAGE D.3.1 – Input vragenlijst enquête** is de vragenlijst opgenomen voor de enquête.

Doordat veel algemene problemen (kunnen) optreden tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies is gekozen om de vragenlijst overzichtelijk op te bouwen en de problemen per belanghebbende partij op te sommen:

- Algemeen (deze problemen zijn niet toegekend aan één partij);
- Opdrachtgever;
- Hoofdaannemer (projectrealisatie);
- Ontwerp
- Uitvoering
- Voegleverancier
- Beheer & Onderhoud

Voor het juist opstellen van de enquête is gebruikt gemaakt van de expertise van Barry Doorn. Deze controle is noodzakelijk zodat de geënquêteerde partijen de stellingen ook daadwerkelijk begrijpen. De enquête is na de externe controle gedeeld met de partijen die meewerken aan het onderzoek.

Gezien de hoeveelheid algemene problemen die kunnen optreden gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies is gekozen om de meest voorkomende/erkende algemene problemen op te nemen in dit onderzoek en beheersmaatregelen hiervoor op te stellen. Gezien de tijd is het onmogelijk voor het onderzoeksteam om beheersmaatregelen op te stellen voor alle optredende problemen. In hoofdstuk 5.4.4 wordt uitgelegd voor welke problemen beheersmaatregelen worden opgesteld.

Problemen binnen de verschillende voegconcepten

Voor de inventarisatie van de problemen van de vier verschillende voegconcepten is dezelfde aanpak gehanteerd als de algemene problemen.

In **BIJLAGE D.3.1 – Input vragenlijst enquête** is de vragenlijst opgenomen voor de verschillende voegconcepten.

Toetsingscriteria

Voor het beoordelen van de problemen is gebruikt gemaakt van een lineaire schaal. Deze lineaire schaal is als volgt ingedeeld:

- 1 = komt nooit voor
- 2 = komt zelden voor
- 3 = komt soms voor
- 4 = komt regelmatig voor
- 5 = komt veel voor

In **BIJLAGE D.3.2 – Enquête** is de gehele enquête opgenomen.

Gekozen is om 40% van de problemen die een klasse van 4 of 5 hebben mee te nemen. Dit percentage geeft voor het onderzoek voldoende aan dat de problemen daadwerkelijk worden ervaren door de belanghebbende partijen. In hoofdstuk 5.4.4 wordt aan de hand van een voorbeeld toegelicht hoe die 40% tot stand is gekomen.

Door de hoeveelheid problemen en het feit dat niet elk belanghebbend individu genoeg kennis heeft om een vraag te beantwoorden, is gekozen om de vragen niet verplicht te laten invullen om door te gaan naar de volgende vraag in de enquête. Op deze manier is voorkomen dat men zonder kennis de vragen beantwoordt en dit de resultaten van de enquête negatief beïnvloedt.

5.4.3 Aanschrijven bedrijven

Voor het delen van de enquête is gekozen om een e-mail op te stellen voor de belanghebbenden die in staat zijn om de enquête in te vullen. Voor het afnemen van de interviews is een overzicht opgesteld waarin de contactgegevens van de bedrijven zijn opgenomen. Besloten is om met alle partijen, die zijn gesproken tijdens de interviews, contact op te nemen voor het invullen de enquête. Dit is gedaan middels een e-mail die is opgenomen in **BIJLAGE D.3.3 – Correspondentie e-mail enquête naar geïnterviewde partijen**. Om te voorkomen dat te weinig partijen de enquête invullen, is in een later stadium nog een e-mail verstuurd naar de partijen die de enquête nog niet hebben ingevuld en waar nodig is ook telefonisch contact opgenomen met de partijen.

Om de betrouwbaarheid van het onderzoek te waarborgen is geprobeerd de enquête door zo veel mogelijk personen te laten invullen die een raakvlak hebben met het onderwerp. De partijen die zijn aangeschreven zijn om deze reden vriendelijk verzocht om de enquête binnen of buiten de organisatie te delen met belanghebbenden.

5.4.4 Resultaten enquête

In deze paragraaf zijn de resultaten van de enquête weergegeven. In totaal hebben 29 personen de enquête ingevuld. Aan de hand van de resultaten van de enquête zijn de problemen die met een 4 of 5 zijn aangevinkt en meer dan 40% van de stemmen vormen, meegenomen in het onderzoek waarvoor beheersmaatregelen worden opgesteld.

Voorbeeld

Een vraag is als volgt beantwoordt:

1	Komt niet voor	= 11% van de stemmen
2	Komt zelden voor	= 17% van de stemmen
3	Komt soms voor	= 20% van de stemmen
4	Komt regelmatig voor	= 40% van de stemmen
5	Komt veel voor	= 12% van de stemmen

Hieruit kan geconcludeerd worden dat 52% (40% + 12%) van de personen die de enquête hebben ingevuld hebben aangegeven dat zij dit probleem ervaren met een 4 of 5.

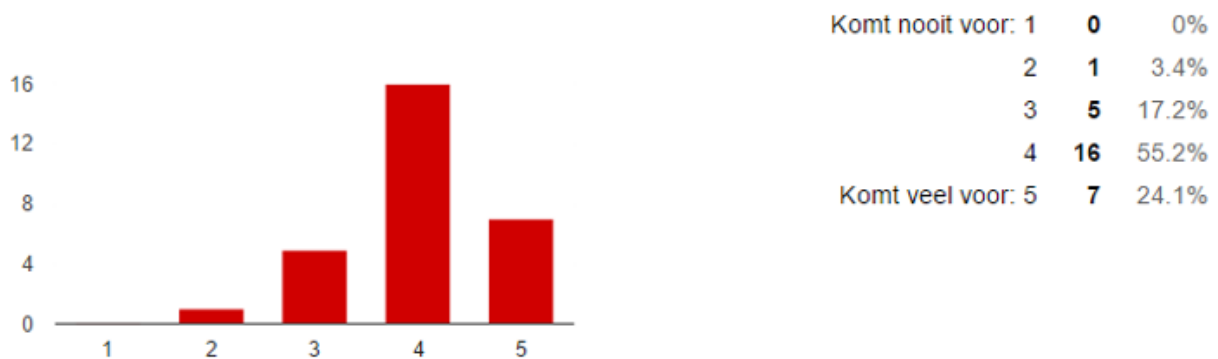
$52\% \geq 40\% \ggg$ Probleem beïnvloedt het proces zodanig dat hiervan de gevolgen beschreven zijn en beheersmaatregelen voor dit probleem worden opgesteld.

De enquête is niet door alle belanghebbenden ingevuld die gesproken zijn tijdens het afnemen van de interviews. Reden hiervoor zijn de tijdsdruk, vakantie en leeftijd.

Uit de resultaten van de enquête zijn in totaal 44 problemen geselecteerd waarbij meer dan 40% van de stemmers op 4 of 5 heeft gestemd. Door deze omvang zijn niet alle problemen in dit verslag toegelicht. Hiervoor wordt verwezen naar **BIJLAGE D.3 –Deelvraag 3: beoordeling problemen met beschrijving gevolgen**. In het verslag van deelvraag drie zijn alle gevolgen van de gekwalificeerde problemen beschreven. Deze problemen zijn onderverdeeld in algemene en specifieke problemen en gerangschikt van meest voorkomend tot relatief minder voorkomend.

Gekozen is om in dit hoofdverslag de top drie van meest voorkomende algemene problemen die zijn ervaren gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies te beschrijven. De resultaten zijn weergegeven in staafdiagrammen zodat duidelijk in beeld wordt gebracht hoe de geënquêteerde personen de vraagstelling hebben beantwoord.

1. Voegconstructies zijn tijdens de bouw van een kunstwerk een onderschat aspect.



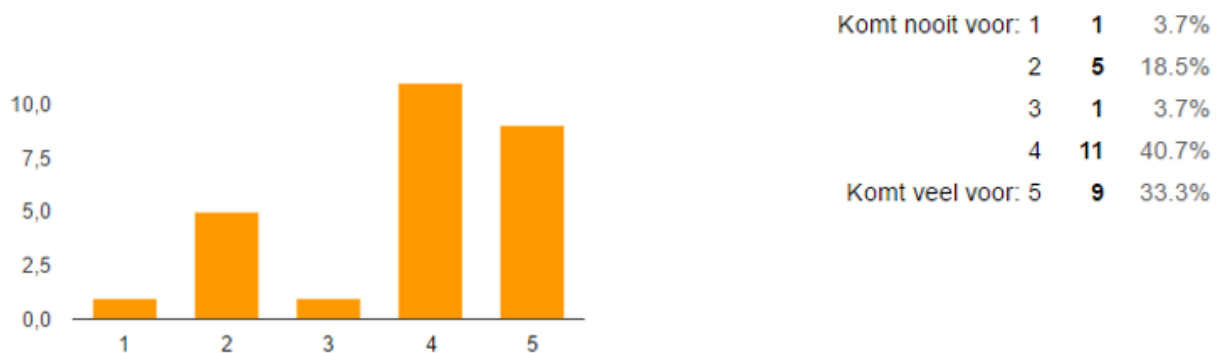
Afbeelding 5.4.4.1: Resultaat voegconstructies zijn een onderschat aspect, bron: enquête (eigen werk)

In onderstaande tabel is het gevolg met toelichting voor boven beschreven probleem opgenomen. Door deze gevolgen zullen faalkosten aan het voegproduct ontstaan:

1.	Probleem: Voegconstructies zijn tijdens de bouw van een kunstwerk een onderschat aspect. Gevolg: De hoofdaannemer heeft vaak weinig tot geen specifieke kennis van voegconstructies, maar is wel verantwoordelijk voor het soepel doorlopen van het bouwproces en het bewaken van de planning. Met de beperkte kennis die de hoofdaannemer heeft omtrent voegconstructies wordt de leverancier vaak te laat benaderd en worden voorbereidende werkzaamheden van het betonwerk van het kunstwerk niet tijdig afgestemd. Dit leidt tot stagnatie in de uitvoering en discussie in het bouwproces. Bovendien gaat het ten koste van de kwaliteit doordat onvoldoende terugkoppeling plaats vindt vanuit de betrokken partijen.
----	--

Tabel 5.4.4.1: Gevolg "voegconstructies zijn in bouwprojecten een onderschat aspect", bron: eigen werk

2. Voegleveranciers schuiven in een te laat stadium tijdens het proces voor ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies aan waardoor hun inspraak minimaal is.



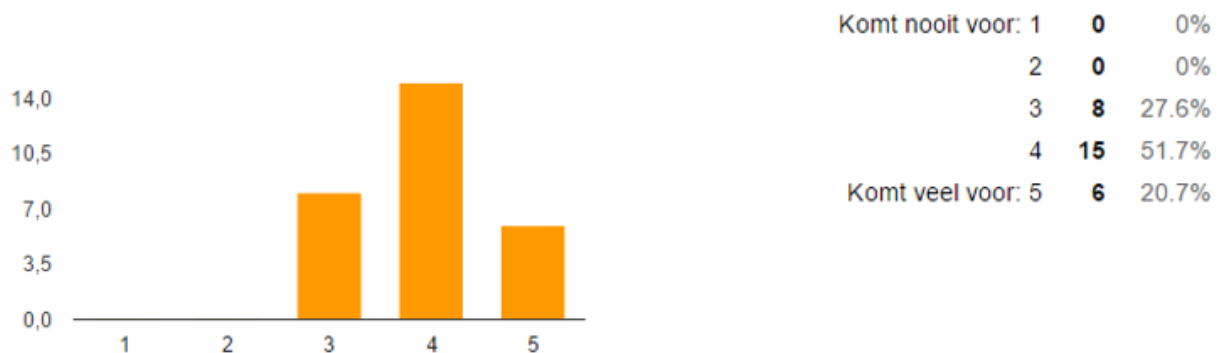
Afbeelding 5.4.4.2: Resultaat voegleverancier wordt in een te laat stadium van het proces betrokken, bron: enquête (eigen werk)

In onderstaande tabel is het gevolg met toelichting voor boven beschreven probleem opgenomen. Door deze gevolgen zullen faalkosten aan het voegproduct ontstaan:

2.	Probleem: Voegleveranciers schuiven in een te laat stadium aan tijdens het proces voor ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies waardoor hun inspraak minimaal is.
	Gevolg: Gedurende de afstemming tussen de partijen die een groot raakvlak met elkaar hebben, zoals de voegspecialist en de projectrealisatie ontstaan problemen. Vooral de verankering bij nieuwbouwmodellen met de onderliggende betonconstructie vormt vaak een probleem indien geen tijdige afstemming plaats vindt. Dit wordt vaak vergeten mee te nemen in het ontwerp, waardoor het onderhoud van het kunstwerk en de voegovergang lastig of vaker uitgevoerd dient te worden. Bij het te laat benaderen van de leverancier, bestaat de kans dat het product niet op tijd geleverd wordt in verband met de lever- en productietijden van circa tien tot twaalf weken.

Tabel 5.4.4.2: Gevolg "voegleverancier wordt te laat in proces betrokken", bron: eigen werk

3. Een verkeerde prijs of ontwerp aan het begin van een project in de tenderfase geeft een verkeerde output indien Rijkswaterstaat gaat toetsen. Altijd kiezen voor de laagste prijs bij de gunning heeft dikwijls negatieve gevolgen voor de kwaliteit op de langere duur.



Afbeelding 5.4.4.3: Resultaat prijs-kwaliteitverhouding aanbesteding, bron: enquête (eigen werk)

In onderstaande tabel is het gevolg met toelichting voor boven beschreven probleem opgenomen. Door deze gevolgen zullen faalkosten aan het voegproduct ontstaan:

3.	Probleem: Een verkeerde prijs of ontwerp aan het begin van een project in de tenderfase geeft een verkeerde output indien Rijkswaterstaat gaat toetsen. Altijd kiezen voor de laagste prijs bij de gunning heeft dikwijls negatieve gevolgen voor de kwaliteit op langere duur.
	Gevolg: Een te lage prijs betekent vaak een gebrek aan deskundig personeel die de voeg tijdens de realisatie inbouwt. Doordat vele meters voeg binnen de WBU (werkbaar uren) dienen te worden ingebouwd, is een voegspecialist/leverancier niet altijd in staat om met zijn eigen personeel dit werk binnen de WBU af te ronden waardoor extern personeel wordt ingehuurd met dikwijls beperkte vakkennis. Hierdoor ontstaan zeker op de langere duur problemen met het beheer en onderhoud van de voegconstructie en in de directe nabijheid treden problemen op ten aanzien van de geluidseisen die worden gesteld conform de RTD-1007-3 'Geluidseisen voegovergangen.'

Tabel 5.4.4.3: Gevolg "verkeerde output naar RWS vanuit opdrachtnemer", bron: eigen werk

Conclusie

De resultaten van de enquête sluiten aan op de vermoedens van het onderzoeksteam dat de interviews heeft afgenomen. Vooral de meest voorkomende problemen zijn tijdens de gesprekken regelmatig aangekaart en met de enquête is aangetoond dat deze problemen ook daadwerkelijk worden ervaren door alle belanghebbenden. In hoofdstuk 7.2 wordt de bijdrage van deze deelvraag bij het beantwoorden van de hoofdvraag uitgebreid toegelicht. In **BIJLAGE D.3.4 – Resultaten enquête** zijn alle resultaten van de enquête opgenomen.

5.5 Beheersmaatregelen

Tijdens dit deelonderzoek is de volgende deelvraag beantwoord:

Welke beheersmaatregelen kunnen worden genomen om de grootste problemen binnen het proces voor de ontwikkeling, realisatie, en het beheer van voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten te beheersen?

In deze deelvraag is onderzocht welke beheersmaatregelen kunnen worden opgesteld om de gevolgen van de problemen die in hoofdstuk 5.4.4 zijn beschreven te beheersen. Het doel van deze deelvraag is om uiteindelijk het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies te verbeteren en de afstemming tussen de belanghebbende partijen te optimaliseren. Hierdoor zullen de faalkosten die kunnen ontstaan tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies geminimaliseerd worden.

Beheersmaatregelen

Om de beheersmaatregelen op te stellen zijn eerst de notulen van de afgenomen interviews met de verschillende belanghebbenden geanalyseerd. Hierdoor is inzichtelijk geworden waar mogelijk het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies geoptimaliseerd kan worden. Aan de hand van opgedane kennis tijdens de interviews en informatie uit de afgenomen interviews is per gekwalificeerd probleem een beheersmaatregel opgesteld. Deze beheersmaatregel wordt uitgebreid toegelicht waarbij is aangegeven welke acties ondernomen moeten worden en welke belanghebbenden bij deze beheersmaatregel betrokken zijn. Hierdoor wordt op welke manier de problemen beheerst moeten worden en welke belanghebbenden hierbij hun verantwoordelijkheid moeten nemen.

Conclusie

Het opstellen van kwalitatief goede beheersmaatregelen is van groot belang voor de onderzoeksresultaten van dit onderzoek. Doordat de beheersmaatregelen het antwoord vormen op deze deelvraag en uiteindelijk de hoofdvraag, is gekozen om de beheersmaatregelen te valideren door Barry Doorn. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten vergroot.

Door de omvang van de beheersmaatregelen is gekozen om in dit verslag alleen de beheersmaatregelen op te nemen voor de drie problemen die in hoofdstuk 5.4.4 zijn beschreven. Voor de overige beheersmaatregelen wordt verwezen naar **BIJLAGE D.4 – Deelvraag 4: beheersmaatregelen voor problemen gedurende proces**.

1. Voegconstructies zijn tijdens de bouw van een kunstwerk een onderschat aspect.

1.	Probleem: Voegconstructies zijn tijdens de bouw van een kunstwerk een onderschat aspect.
	Beheersmaatregel: 1. Bedrijven moeten experts opleiden op het gebied van voegovergangen. 2. Expertise inkopen bij de voegspecialist (uiterlijk bij start van het definitieve ontwerp).
	Toelichting beheersmaatregel: De specifieke kennis over voegovergangen binnen bedrijven is vaak niet aanwezig. Het heeft de aanbeveling dat bedrijven een expert opleiden die het ontwerp voegconstructies kan oppakken. Indien de projectrealisatie hier niet voor kiest, dient hij deze expertise uiterlijk bij de start van de definitieve ontwerpfase (DO) in te kopen bij een specialist. Op deze manier kan de specialist in een vroegtijdig stadium mee denken met de engineering van het voegproduct zodat eventueel het ontwerp kan worden geoptimaliseerd.

Tabel 5.5.1: Beheersmaatregel "voegconstructies zijn in bouwprojecten een onderschat aspect", bron: eigen werk

2. Voegleveranciers schuiven in een te laat stadium tijdens het proces voor ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies aan waardoor hun inspraak minimaal is.

2.	Probleem: Voegleveranciers schuiven in een te laat stadium tijdens het proces voor ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies aan waardoor hun inspraak minimaal is.
	Beheersmaatregel: De voegleverancier moet uiterlijk bij de start van het DO tijdens projecten worden betrokken.
	Toelichting beheersmaatregel: De voegleverancier moet uiterlijk bij de start van het DO aanschuiven bij het proces voor ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. In deze fase van het proces moet samen met de ontwerpers van de asfaltverharding, ontwerp kunstwerk en wegontwerp de raakvlakken voor het ontwerp en de realisatie worden beheerst. De raakvlakken met de belanghebbenden tijdens de uitvoering worden hierdoor beheerst en er ontstaan geen faalkosten doordat deze onderling niet zijn afgestemd. Het heeft hierdoor de aanbeveling om periodieke overleggen in te plannen waarin de uitgangspunten met elkaar worden afgestemd. De raakvlakken die zullen moeten worden afgestemd zijn: • Aansluiting asfalt met voegconstructie (maatvoering, materiaalsamenstelling) • Aansluiting voegconstructie met gootconstructie/schamprandconstructie (detaillering)

Tabel 5.5.2: Beheersmaatregel "voegleverancier wordt te laat in proces betrokken", bron: eigen werk

3. Een verkeerde prijs of ontwerp aan het begin van een project in de tenderfase geeft een verkeerde output indien RWS gaat toetsen. Altijd kiezen voor de laagste prijs bij de gunning heeft dikwijls negatieve gevolgen voor de kwaliteit op langere duur.

3.	Probleem: Een verkeerde prijs of ontwerp aan het begin van een project in de tenderfase geeft een verkeerde output indien Rijkswaterstaat (RWS) gaat toetsen. Altijd kiezen voor de laagste prijs bij de gunning heeft dikwijls negatieve gevolgen voor de kwaliteit op langere duur.
	Beheersmaatregel: Bepalen van de scope voor voegovergangen en met een gerichte uitvraag in de markt vaststellen hoeveel budget er nodig is.
	Toelichting beheersmaatregel: Door een goede analyse uit te voeren naar het voegproduct in de tenderfase, wordt voorkomen dat een verkeerde prijsinschatting wordt gemaakt en dus ook verkeerd wordt begroot. De projectorganisaties moeten in de aanbestedingsfase namelijk met beperkte inspanning een aanbidding opstellen voor het project.

Tabel 5.5.3: Beheersmaatregel "verkeerde output richting Rijkswaterstaat vanuit opdrachtnemer", bron: eigen werk

6 Advies

Door het beantwoorden van de deelvragen is antwoord gegeven op de onderstaande hoofdvraag:

Met welke organisatorische oplossingen kan het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van eenvoudige voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten worden beheerst zodat deze oplossingen een optimale uitwerking hebben voor zowel het project als de betrokken partijen?

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat tijdens het proces voor de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies veel belanghebbenden met elkaar moeten samenwerken om tot een kwalitatief goed voegproduct te komen. De raakvlakken tussen deze belanghebbenden worden niet altijd erkend en dit vertaalt zich in een later stadium van het bouwproject naar faalkosten.

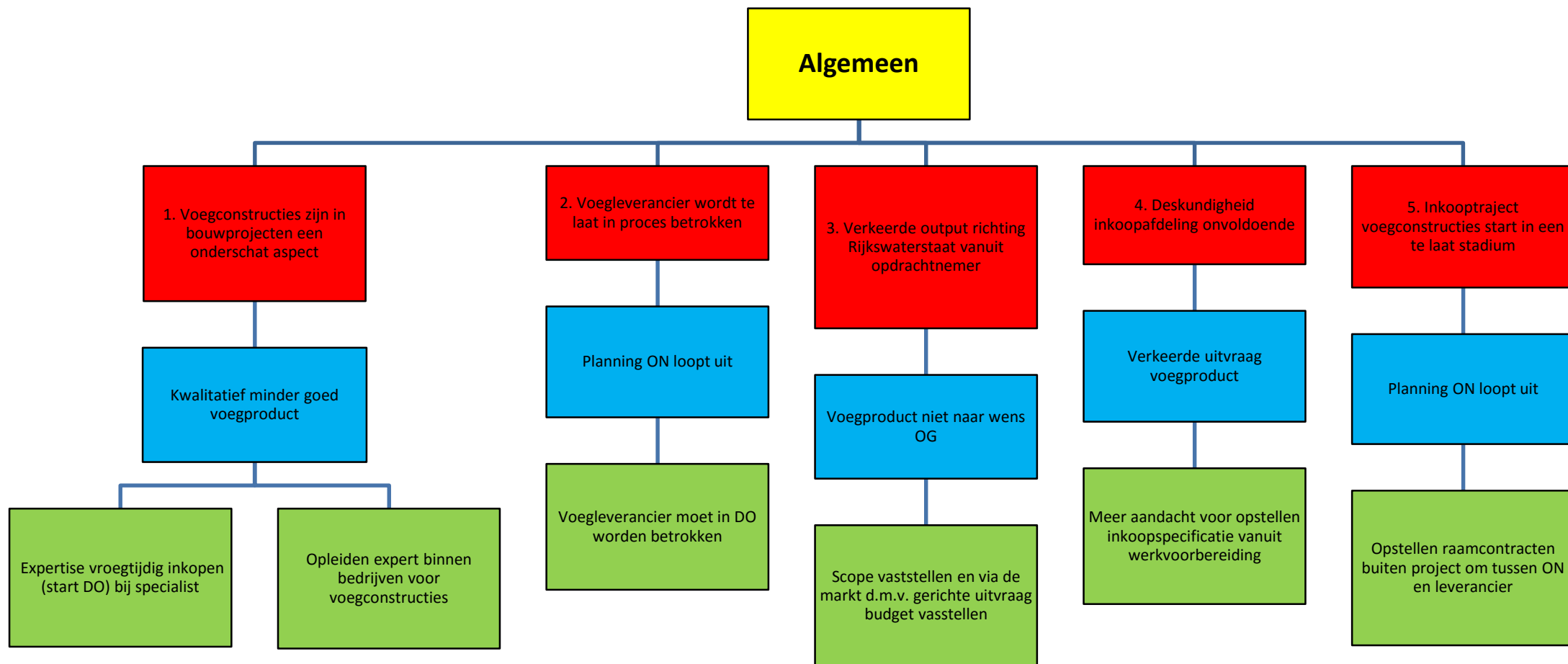
Tijdens het onderzoek zijn vanuit de geïnterviewde partijen veel problemen geïnventariseerd. Door de grote omvang van de verkregen problemen is gekozen om de problemen te filteren en te beoordelen welke daadwerkelijk het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies negatief beïnvloeden. Uit de resultaten van de enquête is de conclusie getrokken dat de meeste problemen ontstaan in het algemene proces en dat slechts enkele problemen specifiek betrekking hebben op een voegconcept. In de verschillende ontwerpfasen vindt te weinig en te laat afstemming plaats tussen de belanghebbenden. De integraliteit in deze ontwerpfasen ontbreekt vaak waardoor de uitgangspunten tussen de verschillende belanghebbenden onvoldoende worden afgestemd. De gevolgen die door deze problemen ontstaan hebben grotendeels altijd invloed op de kwaliteit van het opgeleverde voegproduct.

Het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies is optimaal te beheersen. Hierbij is het wel van belang dat de betrokken belanghebbenden hun verantwoordelijkheid nemen en zij in staat zijn om vanaf uiterlijk de voorlopige ontwerpfase (VO) met elkaar de uitgangspunten af te stemmen en deze in periodieke overleggen naar elkaar terug te koppelen. Hiermee wordt voorkomen dat tijdens de uitvoering verkeerd aangenomen uitgangspunten in de voorafgaande projectfasen vertaald worden naar een voegproduct dat niet aan de eisen van de opdrachtgever voldoet.

Uit de resultaten van het onderzoek is ook de conclusie getrokken dat nauwelijks problemen ontstaan tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegloze constructies. Reden hiervoor is dat het een relatief nieuw voegconcept is waarbij veel aandacht aan het ontwerp en de uitvoering van de voegovergang wordt besteed. Doordat vanaf het begin van het ontwerp veel aandacht wordt besteed aan de risico's en raakvlakken, ontstaan tijdens de uitvoering nauwelijks problemen. Dit voegconcept toont dan ook aan dat het proces voor de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies te beheersen is.

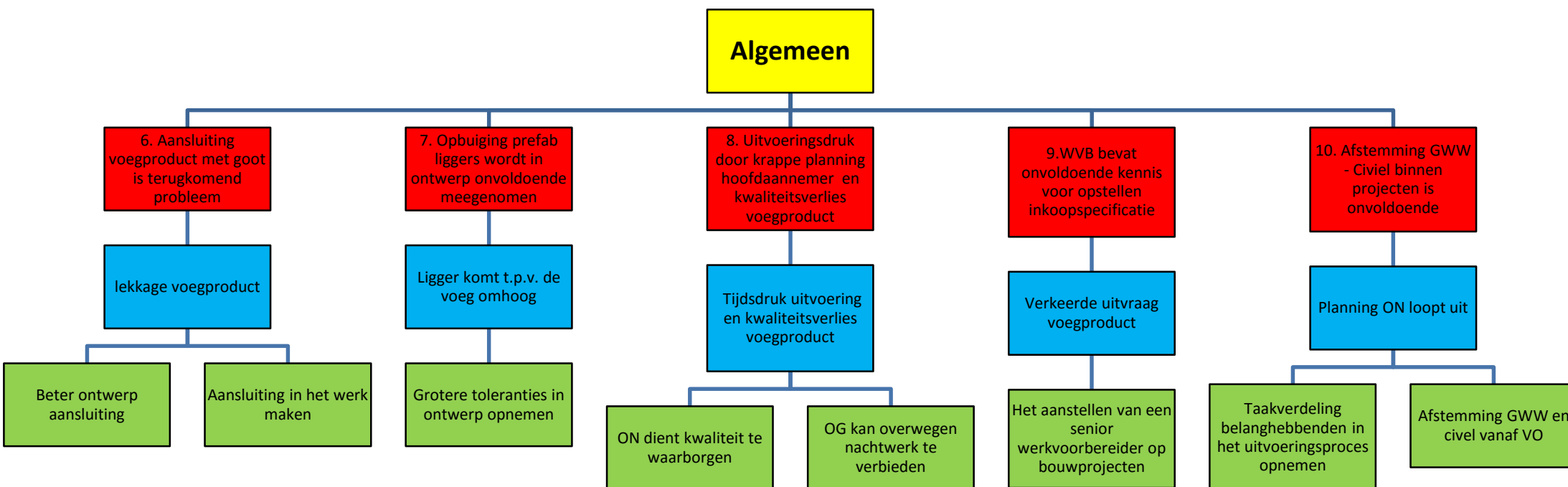
In tabel 6.1 t/m 6.5 zijn de tien meest voorkomende algemene problemen weergegeven (gerangschikt vanaf meest voorkomend) die het proces voor de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies daadwerkelijk negatief beïnvloeden. Hierbij zijn ook de gevolgen en beheersmaatregelen opgenomen. De problemen voor het specifieke proces naar de vier voegconcepten zijn ook in deze tabellen weergegeven. Voor de voegloze constructies zijn geen problemen geïnventariseerd die daadwerkelijk het proces negatief beïnvloeden. Om deze reden is van dit voegconcept geen schema opgesteld. Gekozen is om deze tabellen op te stellen zodat voor de lezer inzichtelijk wordt gemaakt welke problemen het proces daadwerkelijk beïnvloeden en wat hierbij de gevolgen en beheersmaatregelen zijn.

In **BIJLAGE E – Advies: beantwoorden hoofdvraag** is het volledige overzicht van de beoordeelde problemen met toelichting op de gevolgen en beheersmaatregelen beschreven.

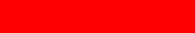


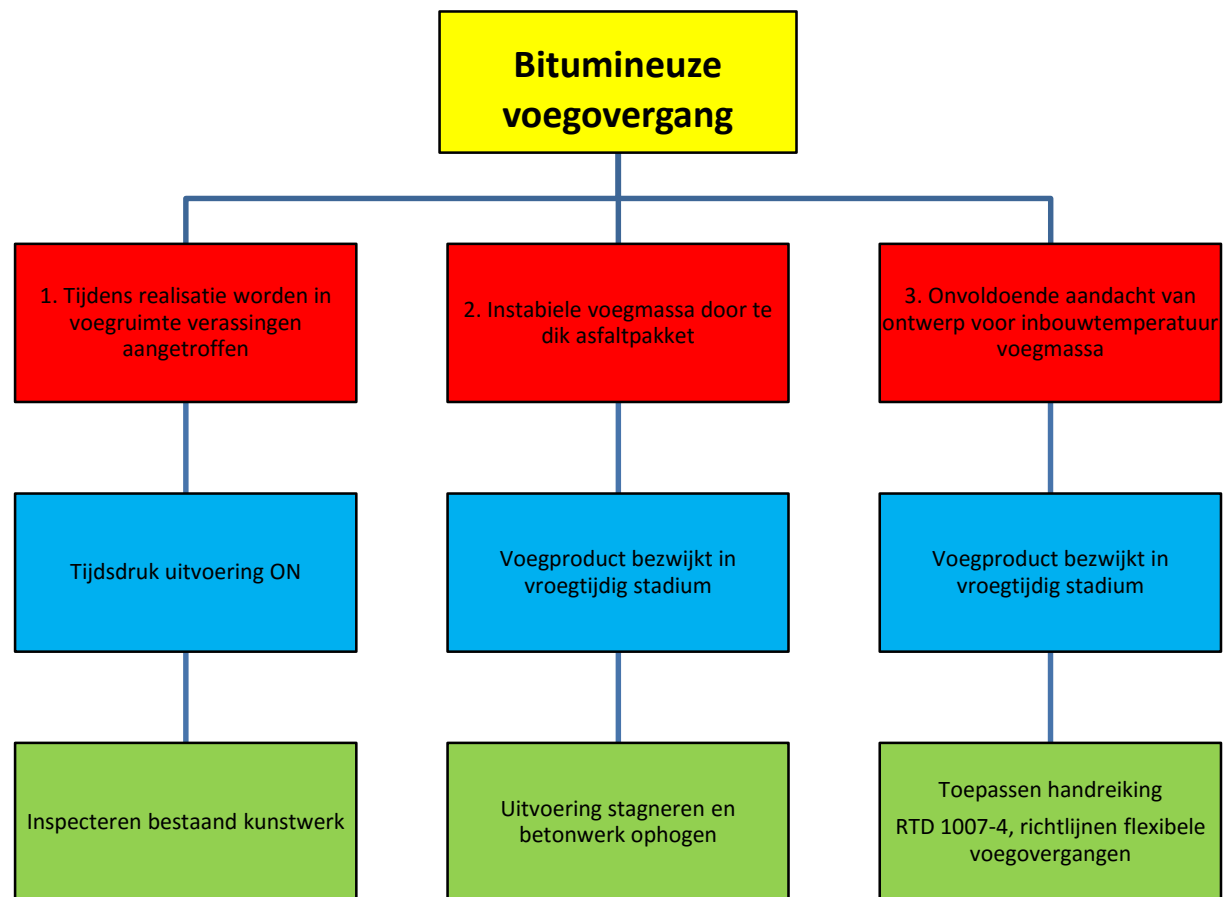
Tabel 6.1: Schema probleem – gevolg – beheersmaatregel, algemeen, probleem 1 t/m 5, bron: eigen werk

Kleurdefinities	
	Voegconcept
	Probleem
	Gevolg
	Beheersmaatregel



Tabel 6.2: Schema probleem – gevolg – beheersmaatregel, algemeen, probleem 6 t/m 10, bron: eigen werk

Kleurdefinities	
	Voegconcept
	Probleem
	Gevolg
	Beheersmaatregel



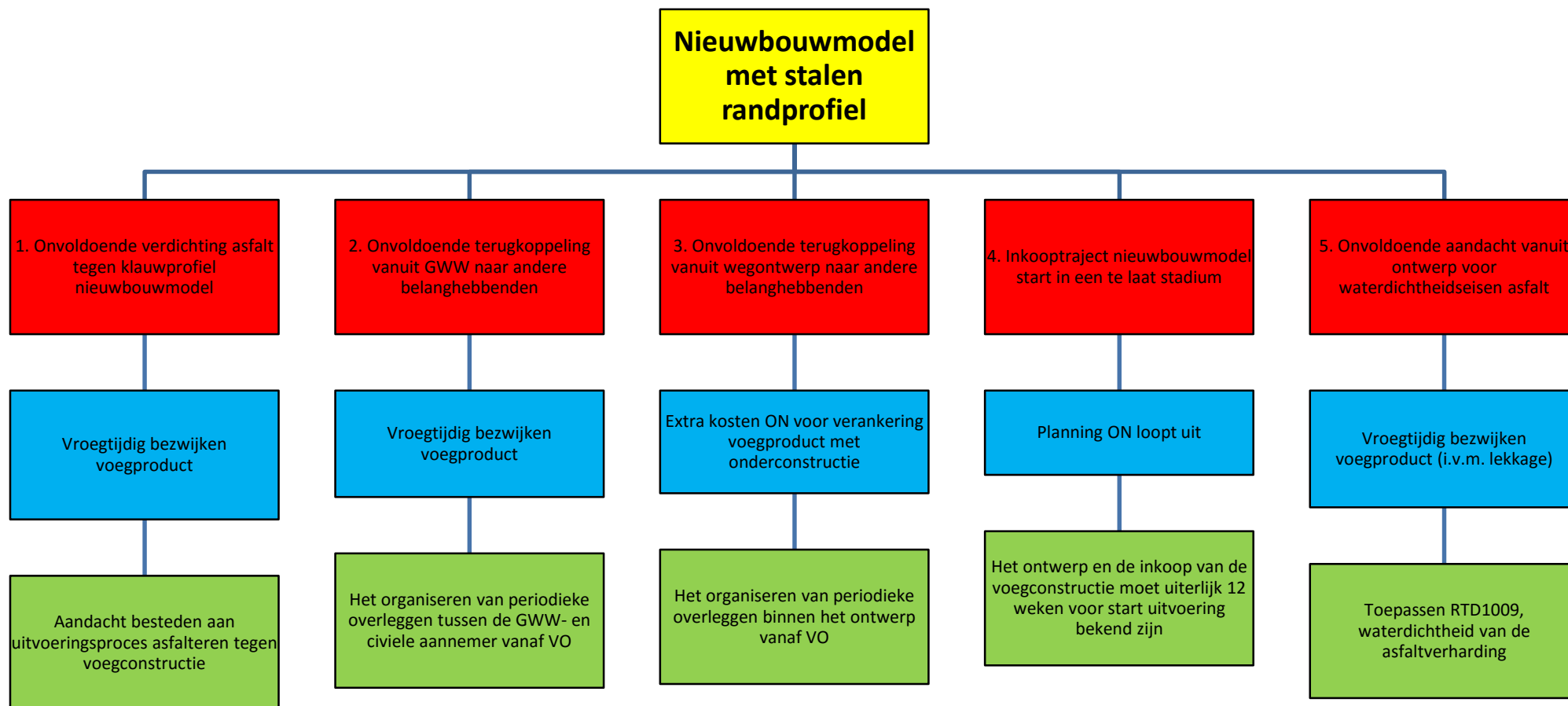
Tabel 6.3: Schema probleem – gevolg – beheersmaatregel, bitumineuze voegovergang, bron: eigen werk

Kleurdefinities	
	Voegconcept
	Probleem
	Gevolg
	Beheersmaatregel



Tabel 6.4: Schema probleem – gevolg – beheersmaatregel, renovatiemodel stalen randprofiel, bron: eigen werk

Kleurdefinities	
	Voegconcept
	Probleem
	Gevolg
	Beheersmaatregel



Tabel 6.5: Schema probleem – gevolg – beheersmaatregel, nieuwbouwmodel stalen randprofiel, bron: eigen werk

Kleurdefinities	
	Voegconcept
	Probleem
	Gevolg
	Beheersmaatregel

7 Conclusie

Aan het begin van het onderzoek zijn een aantal doelstellingen geformuleerd. Deze doelstellingen zijn behaald door het beantwoorden van de hoofd- en deelvragen. Tijdens het afstuderen is antwoord geven op de hoofd- en deelvragen.

7.1 Subconclusie

De antwoorden op de deelvragen vormen de subconclusies van dit onderzoek:

Deelvraag 1

Wat zijn de raakvlakken tussen de verschillende partijen die een aandeel hebben in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van een voegconstructie bij betonnen bruggen en viaducten?

Alle geïnterviewde betrokken partijen hebben raakvlakken benoemd tijdens de interviews die door middel van de opgestelde enquête gevalideerd zijn. Het merendeel van de raakvlakken is gericht op de afstemming en het aanleveren van informatie van en naar de verschillende betrokken partijen en het ontbreken van de terugkoppeling naar de belanghebbenden indien wijzigingen optreden. Dit is tot op heden ook direct een van de grotere problemen die ontstaan gedurende het proces. De ontwerpende partijen hebben veel raakvlakken onderling (alignement, afmetingen en verhardingsopbouw). Daarnaast zijn de eisen die gesteld worden aan het ontwerp waaraan alle partijen zich moeten houden een aandachtspunt en belangrijk raakvlak wat beheerst moet worden. De aansluiting van de voegconstructie met de goot en schampkant, het type voegconstructie, uitvoeringstijden, levertijden en de verificatie en validatie van de eisen geldt als een raakvlak voor veel betrokken partijen. Door het in kaart brengen van de raakvlakken tussen de belanghebbenden zijn bij het beantwoorden van deelvraag vier gerichte beheersmaatregelen opgesteld voor deze betrokken partijen.

Deelvraag 2

Wat zijn de problemen die kunnen optreden in het proces vanaf ontwerp tot instandhouding van een voegconstructie bij betonnen bruggen en viaducten waarbij de hele keten in dit proces wordt mee genomen?

Uit de resultaten van de interviews is geconcludeerd dat alle belanghebbende partijen veel problemen en aandachtspunten zien tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Een probleem wat door vrijwel alle belanghebbenden werd bevestigd is dat voegconstructies gedurende bouwprojecten vaak een onderschat aspect zijn in de planning. Uiteindelijk zijn de kosten van het project maatgevend voor de keuze voor een voegproduct. Uit de resultaten van de interviews blijkt dat veel projectrealisaties de integrale samenwerking niet beheersen. Vaak werken belanghebbenden op verschillende “eilandjes” waarbij het overzicht en het raakvlak met andere belanghebbende partijen niet wordt overzien. Ook schuiven dikwijls de voegspecialist en de ontwerper van de asfaltverharding in een te laat stadium van het proces aan op het moment dat het ontwerp vaak al definitief is en aanpassingen dus niet of nauwelijks worden doorgevoerd. Daarnaast wordt veel te weinig aandacht besteed aan het onderhoud van voegconstructies. Contractueel is de onderhoudaannemer hiervoor verantwoordelijk maar in de praktijk wordt dit onderhoud nauwelijks uitgevoerd. Naast deze problemen zijn nog veel meer problemen ervaren vanuit de belanghebbende partijen. In **BIJLAGE D.2 – Deelvraag 2: inventariseren problemen proces** zijn alle problemen die het proces voor de ontwikkeling tot instandhouding van voegconstructies nadelig kunnen beïnvloeden verder toegelicht. In deelvraag drie worden aan de hand van de geïnventariseerde problemen uit deze deelvraag de problemen beoordeeld die het proces daadwerkelijk beïnvloeden. Hiervan worden dan ook de gevolgen voor het voegproduct beschreven.

Deelvraag 3

Welke problemen beïnvloeden daadwerkelijk de keten van dit proces in de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies en wat zijn hiervan de gevolgen?

De drie grootste problemen die tijdens het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies optreden zijn:

1. Voegconstructies zijn tijdens de bouw van een kunstwerk vaak een onderschat aspect.
2. De voegleverancier schuift in een te laat stadium van het bouwproces aan.
3. Een verkeerde prijs of ontwerp aan het begin van een project in de tenderfase geeft een verkeerde output indien RWS gaat toetsen. Altijd kiezen voor de laagste prijs bij de gunning heeft dikwijls negatieve gevolgen voor de kwaliteit van het voegproduct op de lange duur.

Deze conclusie is getrokken na het afnemen van de enquête onder de geïnterviewde partijen. In **BIJLAGE D.3 – Deelvraag 3: beoordeling problemen met beschrijving gevolgen** is het volledige overzicht opgenomen met problemen die het proces daadwerkelijk kunnen beïnvloeden. Aan de hand van deze problemen kunnen in deelvraag vier beheersmaatregelen worden opgesteld.

Deelvraag 4

Welke beheersmaatregelen kunnen worden genomen om de grootste problemen binnen het proces voor de ontwikkeling, realisatie, en het beheer van voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten te beheersen?

Om de drie grootste problemen te beheersen zijn de volgende beheersmaatregelen opgesteld:

1. De specifieke kennis over voegovergangen binnen bedrijven is vaak niet aanwezig. Het heeft de aanbeveling dat bedrijven een expert opleiden die het onderwerp voegconstructies kan oppakken. Indien de projectrealisatie hier niet voor kiest, dient hij deze expertise uiterlijk bij de start van de definitieve ontwerpfase (DO) in te kopen bij een specialist. Op deze manier kan de specialist in een vroegtijdig stadium mee denken met de engineering van het voegproduct zodat eventueel het ontwerp kan worden geoptimaliseerd.
2. De voegleverancier moet uiterlijk bij de start van het definitief ontwerp (DO) aanschuiven bij het proces voor ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. In deze fase van het proces moet samen met de ontwerpers van de asfaltverharding, ontwerp kunstwerk en wegontwerp de raakvlakken voor het ontwerp en de realisatie worden beheerst. De raakvlakken met de belanghebbenden tijdens de uitvoering worden hierdoor beheerst en er ontstaan geen faalkosten doordat deze onderling niet zijn afgestemd. Het heeft hierdoor de aanbeveling om periodieke overleggen in te plannen waarin de uitgangspunten met elkaar worden afgestemd.
3. Door een goede analyse uit te voeren naar het voegproduct in de tenderfase, wordt voorkomen dat een verkeerde prijsinschatting wordt gemaakt en dus ook verkeerd wordt begroot. De projectorganisaties moeten in de aanbestedingsfase namelijk met beperkte inspanning een aanbieding opstellen voor het project.

Met het opstellen van de beheersmaatregelen is de hoofdvraag beantwoord. In **BIJLAGE D.4 – Deelvraag 4: beheersmaatregelen voor problemen gedurende proces** is het volledige overzicht met beheersmaatregelen opgenomen.

7.2 Hoofdconclusie

Het antwoord op de hoofdvraag vormt de hoofdconclusie van dit onderzoek:

Met welke organisatorische oplossingen kan het proces voor de ontwikkeling, realisatie en het beheer van eenvoudige voegconstructies bij betonnen bruggen en viaducten worden beheerst zodat deze oplossingen een optimale uitwerking hebben voor zowel het project als de betrokken partijen?

De hoofdvraag is beantwoord doordat eerst de raakvlakken tussen alle belanghebbenden in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies in kaart zijn gebracht. Aan de hand van de geïnventariseerde en gekwalificeerde problemen zijn uiteindelijk beheersmaatregelen opgesteld zodat de bovenstaande hoofdvraag is beantwoord.

Om het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies in de toekomst optimaler te laten verlopen, is het van belang dat de belanghebbenden meer integraal gaan samenwerken. Aan de hand van de gekwalificeerde problemen en gevolgen uit deelvraag drie zijn beheersmaatregelen in deelvraag vier opgesteld. Doordat veel verschillende belanghebbenden aan een relatief klein onderdeel van een kunstwerk werken wordt dit onderdeel tijdens het bouwproces vaak onderschat. Om de faalkosten te verminderen tijdens het hele bouwproces moeten alle belanghebbenden eerder in het proces aanschuiven. In de definitieve ontwerpfase moet de leverancier betrokken worden bij het project en in periodieke overleggen moeten de uitgangspunten tussen de verschillende ontwerpdisciplines worden afgestemd. Deze afstemming zorgt voor een optimalere uitvoering waarbij de kwaliteit van het voegproduct wordt verbeterd. Een kwalitatief goed voegproduct resulteert in een langere levensduur waardoor herstelwerkzaamheden op de lange termijn minimaliseren.

De twee belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn:

1. Projectrealisaties dienen een expert op te leiden (of deze expertise in te kopen bij de voegleverancier) die de raakvlakken beheerst tussen alle belanghebbenden in het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. Hierdoor worden de uitgangspunten tussen de ontwerp- en uitvoeringdisciplines optimaal beheerst wat zich vertaalt in minder faalkosten tijdens de levensduur van een voegproduct.
2. De voegleverancier dient uiterlijk aan de start van de definitieve ontwerpfase bij het project betrokken te zijn. Deze schuift vaak te laat aan tijdens projecten waardoor het inkooptraject vertraging oploopt, omdat onvoldoende rekening wordt gehouden met de levertijden van het voegproduct. Het opstellen van raamcontracten tussen de projectrealisatie en de voegleverancier levert een optimale bijdrage om dit probleem te beheersen. De voegleverancier weet dan voor welke tarieven hij het werk moet uitvoeren.

Dit zijn de twee belangrijkste conclusies die getrokken kunnen worden uit dit onderzoek. Naast deze conclusies zijn echter meerdere beheersmaatregelen opgesteld. Hiervoor wordt verwezen naar **BIJLAGE E – Advies: beantwoorden hoofdvraag**.

7.3 Aanbeveling

Het effect van de opgestelde beheersmaatregelen en de mate waarin deze daadwerkelijk worden toegepast door belanghebbende partijen, is door de gestelde tijdsvensters niet onderzocht. Het heeft de aanbeveling dat in de toekomst deze beheersmaatregelen worden getoetst zodat kan worden aangetoond of deze een optimale uitwerking hebben op het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies.

8 Reflectie

Tijdens het afstudeeronderzoek ‘Optimaliseren proces van voegconstructies bij betonnen kunstwerken’ is veel inzicht verkregen in hoe het proces voor de ontwikkeling tot aan de instandhouding van voegconstructies is ingericht en welke problemen dit proces negatief beïnvloeden. De belangrijkste leermomenten van het afstudeeronderzoek zijn in dit hoofdstuk toegelicht. Voor alle leermomenten en persoonlijke reflecties wordt verwezen naar **BIJLAGE F.4 – (Persoonlijke) reflecties en leermomenten**.

8.1 Leermomenten

Voortraject afstudeeronderzoek

In de eerste week van het afstudeeronderzoek was het aftasten wat wij precies wilde onderzoeken. In het voortraject van het afstudeeronderzoek is veel aandacht besteed aan de sollicitatieprocedure bij verschillende bedrijven. Wij wilden graag iets onderzoeken op het gebied van voegconstructies doordat via stagecontacten (Van Hattum & Blankevoort) dit onderwerp onder de aandacht werd gebracht. Echter ontbrak een goede literatuurstudie naar het onderwerp, mede doordat in de minor veel aandacht werd besteed aan het projectwerk. Uiteindelijk is zonder een goede literatuurstudie uit te voeren naar het onderwerp tevergeefs gesolliciteerd bij verschillende bedrijven.

In de eerste week van het afstudeeronderzoek is alsnog de literatuurstudie naar het onderwerp uitgevoerd. Al binnen enkele dagen werd geconcludeerd dat veel informatie over het onderwerp en de eerste hoofdvraag bekend is. Dit had voorkomen kunnen worden door in een eerder traject de literatuurstudie uit te voeren. Via van Hattum & Blankevoort zijn wij in deze eerste week in contact gekomen met Barry Doorn en uiteindelijk is het onderzoek gericht op het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies doordat hierin nog veel winst viel te behalen. Ondanks de “valse start” van het onderzoek is het proces gedurende het onderzoek goed doorlopen en is de vooraf opgestelde planning met deelactiviteiten goed gehanteerd.

Validatie notulen

Het filteren en inventariseren van de problemen uit de afgenomen interviews was lastig doordat de omvang van de notulen behoorlijk groot was en hieruit de problemen moesten worden gefilterd. Doordat de notulen van de afgenomen interviews de basis vormden voor het afstudeeronderzoek, moesten deze gecontroleerd worden door de belanghebbende partijen waarmee interviews waren afgenomen. Echter hadden wij hier in eerste instantie helemaal niet aan gedacht. Tijdens een voortgangsgesprek met Kees van der Zijden werd dit onderwerp besproken en daarna zijn de notulen van de interviews alsnog gevalideerd. Door het valideren van de notulen zijn de resultaten van het onderzoek betrouwbaarder. Door de validatie van de notulen moesten echter de deelvragen gedeeltelijk worden aangepast. Deze aanpassingen namen veel tijd in beslag doordat veel van de problemen samenhang met elkaar hadden. Het valideren van de notulen is uiteraard erg belangrijk. Niet zozeer voor een onderzoek, maar ook voor de voortgang van overleggen. Dit leermoment kunnen wij dus in de toekomst zeker meenemen.

Opstellen hoofdverslag

Het opstellen van het hoofdverslag was een belangrijke activiteit gedurende dit onderzoek. In dit verslag moesten alle uitgangspunten voor het onderzoek worden opgenomen. Tijdens het schrijven van dit verslag werd in de beginfase van het afstudeeronderzoek vaak al snel de diepte ingegaan en werden aannames die wij hebben gemaakt niet meteen opgeschreven. Tijdens de studie is weinig aandacht besteed aan het opstellen van onderzoeksverslagen waardoor het af en toe lastig was om aan te geven waar onze resultaten vandaan kwamen. Het was voor ons namelijk vanzelfsprekend dat die resultaten er waren, maar het is begrijpelijk dat iedereen het verslag moet kunnen begrijpen en hoe de resultaten zijn verkregen. Tijdens de bouwvergaderingen werden deze valkuilen ook door Kees van der Zijden aangekaart en gaf hij aan dat de onderbouwing bij bepaalde aannames ontbrak. Door het hoofdverslag door de andere student te laten controleren is geprobeerd om dit probleem te voorkomen.

8.2 Urenverantwoording

Urenverantwoording		
Bijlage A		
Opstellen Plan van aanpak	60	uur
Bijlage B		
Literatuurstudie bewijsvoering	20	uur
Literatuurstudie Eurocode	20	uur
Literatuurstudie naar de vier verschillende voegconcepten	120	uur
Bijlage C		
Correspondentie e-mail geïnterviewde deelnemers Correspondentielijst geïnterviewde deelnemers	30	uur
Interviewvragen geïnterviewde deelnemers opstellen	30	uur
Afnemen interviews	100	uur
Uitwerking interviews geïnterviewde deelnemers	40	uur
Bijlage D		
Deelvraag 1: raakvlakkenanalyse proces	30	uur
Deelvraag 2: inventariseren problemen proces	30	uur
Input vragenlijst enquête en opstellen enquête	20	uur
Deelvraag 3: beoordeling problemen met beschrijving gevolgen	40	uur
Deelvraag 4: beheersmaatregelen voor problemen gedurende proces	40	uur
Bijlage E		
Advies: beantwoorden hoofdvraag en opstellen hoofdverslag	80	uur
Bijlage F		
Procesmap (inclusief sollicitatieprocedure)	60	uur
<i>*Exclusief presentatieperiode van circa 120 uur</i>	Totaal	720 uur*

Tabel 8.2.1: Urenverantwoording afstudeeronderzoek per persoon, bron: eigen werk

Voor de toelichting van de urenverantwoording wordt verwezen naar **BIJLAGE F.6 – Urenstaten**.

9 Nabeschuwing

Het afstudeeronderzoek is in opdracht van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen geschreven, maar uitgevoerd voor de partijen die betrokken zijn bij het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies. De betrokken partijen die benaderd zijn, hebben veel enthousiasme laten blijken door mee te werken aan het onderzoek. Het onderzoek is volledig gebaseerd op de input die van deze partijen verkregen is. Eigen kennis is opgedaan door bij de start van het onderzoek literatuurstudies uit te voeren naar de werking van de meest gangbare voegconcepten in Nederland. Deze literatuurstudie is uitgevoerd omdat weinig kennis over dit onderwerp verkregen is via school gedurende de opleiding en deze kennis noodzakelijk was voor het afnemen van de interviews.

Door het ontbreken aan praktijkervaring is het soms lastig geweest om vanuit de verkregen informatie van de interviews de onderlinge relaties (raakvlakken) te leggen tussen de betrokken partijen. Iedere partij heeft namelijk zijn eigen belang wat zoveel mogelijk los van de problemen en gevolgen moet worden beschouwd om betrouwbare resultaten op te leveren. Dit probleem is ondervangen door alle problemen die verkregen zijn uit de interviews te verwerken in een enquête en deze door de geïnterviewden te laten bevestigen.

Wij vertrouwen erop dat een positieve bijdrage is geleverd aan de belanghebbende partijen door het opstellen van de beheersmaatregelen voor de meest voorkomende problemen gedurende het proces voor de ontwikkeling, realisatie en beheer van voegconstructies bij betonnen kunstwerken.

Bijlagen

A. Plan van Aanpak

- BIJLAGE A.1 – Competentieprofiel
- BIJLAGE A.2 – Competentielijst Civiele Techniek
- BIJLAGE A.3 – Persoonlijk Ontwikkelingsplan met cijferlijsten
- BIJLAGE A.4 – Beoordelingsformulier HAN
- BIJLAGE A.5 – Planning afstudeeronderzoek

B. Literatuurstudies

- BIJLAGE B.1 – Bewijsvoering eerste hoofdvraag
- BIJLAGE B.2 – Studie Eurocode
- BIJLAGE B.3 – Opzet indeling literatuurstudies naar de 4 voegconcepten
- BIJLAGE B.4 – Literatuurstudie voegloze constructies
- BIJLAGE B.5 – Literatuurstudie bitumineuze voegovergangen
- BIJLAGE B.6 – Literatuurstudie renovatiemodel met stalen randprofiel
- BIJLAGE B.7 – Literatuurstudie nieuwbouwmodel met stalen randprofiel

C. Interviews

- BIJLAGE C.1 – Correspondentie e-mail geïnterviewde deelnemers
- BIJLAGE C.2 – Correspondentielijst geïnterviewde deelnemers
- BIJLAGE C.3 – Interviewvragen geïnterviewde deelnemers
- BIJLAGE C.4 – Uitwerking interviews geïnterviewde deelnemers
- BIJLAGE C.4.1 – Validatie notulen geïnterviewde deelnemers
- BIJLAGE C.5 – Uitwerking projectbezoek SAAone

D. Deelvragen

- BIJLAGE D.1 – Deelvraag 1: raakvlakkenanalyse proces
- BIJLAGE D.2 – Deelvraag 2: inventariseren problemen proces
- BIJLAGE D.3 – Deelvraag 3: beoordeling problemen met beschrijving gevolgen
- BIJLAGE D.3.1 – Input vragenlijst enquête
- BIJLAGE D.3.2 – Enquête
- BIJLAGE D.3.3 – Correspondentie e-mail enquête naar geïnterviewde deelnemers
- BIJLAGE D.3.4 – Resultaten enquête
- BIJLAGE D.4 – Deelvraag 4: beheersmaatregelen voor problemen gedurende proces

E. Advies (beantwoorden hoofdvraag)

F. Procesmap

- BIJLAGE F.1 – Correspondentie met school
- BIJLAGE F.2 – Correspondentie met Barry Doorn
- BIJLAGE F.3 – Brainstormsessies
- BIJLAGE F.4 – (Persoonlijke) reflecties en leermomenten
- BIJLAGE F.5 – Wekelijkse planning
- BIJLAGE F.6 – Urenstaten
- BIJLAGE F.7 – Sollicitatieprocedure

Literatuurlijst

Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. (2014, januari). Informatievaardigheden voor studenten. *Reader 2702*. Arnhem, Gelderland, Nederland: Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

Rijkswaterstaat. (2004). *Referentiedocument voegovergangen*. Utrecht: Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat. (2013). *Geluidseisen voegovergangen*. Utrecht: Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat. (2013). *Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen (met factsheets)*. Utrecht: Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat. (2013). *Richtlijnen voor flexibele voegovergangconstructies*. Utrecht: Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat. (2014). *Eisen voor voegovergangen*. Utrecht: Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat. (sd). *Voegovergangen*. Opgehaald van Rijkswaterstaat:
<https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/werken-aan-infrastructuur/bouwrichtlijnen-infrastructuur/voegovergangen.aspx>